



**Nuno Henrique  
Ferreira Costa**

**Influência do uso partilhado de locais de cargas e  
descargas no desempenho do tráfego**



**Universidade de Aveiro**  
2016

Departamento de Engenharia Civil

**Nuno Henrique  
Ferreira Costa**

**Influência do uso partilhado de locais de  
cargas e descargas no desempenho do tráfego**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica do Doutor Joaquim Miguel Gonçalves Macedo, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e coorientação da Doutora Sandra Maria de Brito Monteiro de Melo, Investigadora do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa.

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa**  
professor associado da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Jorge Humberto Gaspar Gonçalves**  
professor auxiliar do Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura da  
Universidade da Beira Interior

**Prof. Doutor Joaquim Miguel Gonçalves Macedo**  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Começo por agradecer ao professor Joaquim Macedo, pela orientação que me deu e pela sua disponibilidade, e também à doutora Sandra Melo, pela paciência, dedicação, apoio e empenho que sempre demonstrou ao longo de todo o processo.

Agradeço também à Câmara Municipal do Porto, pelos dados fornecidos sobre o local do caso de estudo.

Agradeço aos meus colegas e amigos que sempre se mostraram preocupados com o desenrolar desta dissertação, e em especial ao meu amigo Daniel que me ajudou nas contagens realizadas.

Quero agradecer também à minha família que sempre acreditou em mim, especialmente aos meus pais e irmã.

E por último, mas o agradecimento mais especial, à minha namorada Joana, que além de me ajudar nas contagens e nas medições efetuadas, sempre me apoiou mesmo que o trabalho não estivesse a correr da melhor forma, e sempre me incentivou a nunca desistir.

**palavras-chave**

Estacionamento junto a escolas, estacionamento ilegal, estacionamento compartilhado, cargas e descargas, microssimulação.

**resumo**

O congestionamento urbano é um problema que afeta de forma significativa os centros urbanos. Para reduzir os efeitos do mesmo, têm sido promovidas políticas de gestão de tráfego que tentam adequar a oferta à procura dos transportes. De entre essas medidas, encontram-se políticas de estacionamento. O presente estudo aborda as políticas de estacionamento, nomeadamente a política de partilha de lugares de estacionamento para diferentes tipologias de utilizadores em locais onde o estacionamento ilegal prolifera e com picos específicos de procura rodoviária e não sobrepostos ao longo do dia.

Nesta dissertação, o objetivo é perceber qual o impacto que a partilha dos lugares destinados às cargas e descargas têm no tráfego rodoviário, percebendo se existem benefícios nesta partilha e como são distribuídos pelas várias tipologias de utilizadores rodoviários.

Esta dissertação incluiu a realização de um caso de estudo, suportada por uma recolha e tratamento de dados reais de modo a proceder a uma modelação de tráfego do caso de estudo e posterior análise e comparação de cenários, através da microssimulação. O caso de estudo permitiu concluir que o cenário de partilha dos lugares de cargas e descargas com encarregados de educação de unidades escolares na envolvente conduziria a uma melhoria muito significativa em termos de performance de tráfego, quando comparado com a situação de exclusividade para as cargas e descargas. O tempo de atraso seria reduzido em 47%, o tempo de viagem teria uma redução de 27%, e existiria um aumento na velocidade média de 11%. Já quando se compara o cenário de partilha dos lugares destinados às cargas e descargas e o cenário ideal, que corresponde a uma situação sem qualquer incidente na via, o tempo de atraso seria reduzido em 12%, o tempo de viagem diminuiria em 7% e a velocidade subiria 3%.

No final deste trabalho, verificou-se que a partilha destes locais seria extremamente vantajosa para o tráfego rodoviário, uma vez que de acordo com os valores obtidos observa-se que a partilha promove valores muito aproximados à situação da via sem qualquer incidente.

**key-words**

School parking, illegal parking, shared parking, loading or unloading, microscopic simulation

**abstract**

Urban centres face a major issue of traffic congestion. In an attempt to tackle this problem, many traffic management policies have been promoted. Parking management policies are an example of those policies. The study approaches parking policies, namely sharing parking places, by different road users in areas where there are specific peak periods of demand, not overlapped, and relevant issues caused by illegal parking.

The study aims to analyse the impact of sharing the parking areas currently exclusively reserved to loading and unloading vehicles, understanding if such sharing approach would lead to benefits in traffic performance and how would those effects be distributed among the different road users.

The study included a case study, supported by real data collection in order to feed a microscopic traffic software and consequent analyse and comparison of scenarios. Along the case study, it was possible to conclude that sharing the logistic reserved places with school parents would lead to a significant improvement in terms of traffic performance when compared with the current situation. Delay time would be reduced by 47%, travel time would be reduced by 27%, and speed would increase by 11%. When comparing the sharing scenario with a scenario without parking incidents along the street, delay time would be reduced by 12%, travel time by 7% and speed would increase 3%.

Sharing parking places would bring significant advantages in terms of traffic performance as it would lead to key performance indicators close to a scenario free of parking incidents.

## Índice

Índice .....	i
Índice de Figuras .....	iii
Índice de Quadros .....	v
Abreviaturas e Simbologia .....	vii
1. Introdução .....	1
1.1. Enquadramento do tema .....	1
1.2. Motivação do estudo .....	3
1.3. Objetivos .....	3
1.4. Abordagem utilizada .....	4
1.5. Organização da dissertação .....	4
2. Congestionamento .....	6
2.1. Causas do congestionamento .....	6
2.2. Medidas de mitigação do congestionamento através do estacionamento .....	8
2.3. Mitigação do congestionamento em áreas escolares .....	9
3. Estacionamento .....	13
3.1. Estacionamento ilegal .....	13
3.2. Estacionamento partilhado .....	13
3.2.1. Estacionamento partilhado: exemplos de boas práticas .....	16
3.3. Lugares de estacionamento de cargas e descargas .....	17
4. Análise e influência do uso partilhado .....	18
4.1. Metodologia do estudo .....	18
4.2. Apresentação do caso de estudo .....	21
4.2.1. Rua de Costa Cabral .....	24
4.2.2. Rua de Luís Woodhouse .....	25
4.2.3. Espaços escolares da Rua de Costa Cabral .....	26
4.3. Dados obtidos e utilizados nas simulações .....	27
4.3.1. Contagens de veículos .....	27
4.3.2. Tipologia de veículos .....	28
4.3.3. Contagens na Rua de Costa Cabral .....	29
4.3.4. Contagens na Rua de Luís Woodhouse .....	32
4.3.5. Reflexão das contagens realizadas .....	34
4.4. Caracterização do estacionamento .....	35
4.5. Processo de modelação do caso de estudo .....	36
4.6. Recolha de dados reais para apoio à calibração .....	38
4.7. Calibração .....	42
4.8. Validação .....	47
4.9. Cenários .....	50
4.9.1. Cenário base .....	51
4.9.2. Cenário sem incidentes na via .....	52
4.9.3. Cenário de partilha dos lugares destinados às cargas e descargas .....	53
5. Resultados .....	54
5.1. Resultados dos cenários estudados .....	54
5.1.1. Resultados do cenário base .....	54
5.1.2. Resultados do cenário sem incidentes na via (Cenário ideal) .....	55
5.1.3. Resultados do cenário da partilha dos lugares de estacionamento destinados às cargas e descargas .....	56
5.2. Discussão dos resultados .....	56

5.3. Implementação da partilha dos lugares destinados às cargas e descargas.....	65
6. Conclusões e perspectivas futuras .....	67
6.1. Conclusões.....	67
6.2. Perspetivas futuras .....	68
Referências bibliográficas .....	69



## Índice de Figuras

Figura 1 - "Zona 30" em Portugal ( <a href="http://www.cm-lisboa.pt/noticias/detalhe/article/bairro-do-charquinho-e-zona-30">http://www.cm-lisboa.pt/noticias/detalhe/article/bairro-do-charquinho-e-zona-30</a> ).....	10
Figura 2 - Capacidade da faixa <i>Kiss &amp; Ride</i> numa escola de Santarém (Coelho, 2012).....	12
Figura 3 - Diferente uso dos lugares de estacionamento num bairro em momentos diferentes (Institute for Transportation & Development Policy, 2014) .....	15
Figura 4 - Metodologia do estudo.....	20
Figura 5 - Vista em projeto do troço em estudo da Rua de Costa Cabral .....	21
Figura 6 - Vista longitudinal da Rua de Costa Cabral ( <a href="http://migre.me/tuS7T">http://migre.me/tuS7T</a> ).....	21
Figura 7 - Estabelecimentos comerciais junto ao Colégio Júlio Dinis .....	22
Figura 8 - Cenário atual junto ao Externato O Meu Lar (CMP).....	23
Figura 9 - Cenário atual junto ao Colégio Júlio Dinis e à AMCC (CMP) .....	23
Figura 10 - Vista geral da Rua de Costa Cabral (Google Maps).....	24
Figura 11 - Vista em projeto da rua de Luis Woodhouse .....	25
Figura 12 - Posições das contagens no terreno.....	27
Figura 13 - Tipologia dos veículos na Rua de Costa Cabral .....	28
Figura 14 - Tipologia dos veículos na Rua de Luís Woodhouse.....	29
Figura 15 - Veículos no Sentido Marquês-Circunvalação.....	30
Figura 16 - Veículos no Sentido Circunvalação-Marquês.....	30
Figura 17 - Percentagem da tipologia dos veículos na Rua de Costa Cabral no Sentido Marquês-Circunvalação.....	31
Figura 18 - Percentagem da tipologia dos veículos na Rua de Costa Cabral no Sentido Circunvalação-Marquês.....	31
Figura 19 - Número de veículos na viragem em direção ao Marquês / 15 min.....	32
Figura 20 - Número de veículos na viragem em direção à Circunvalação / 15 min .....	33
Figura 21 - Percentagem da tipologia de veículos na Rua de Luís Woodhouse na viragem em direção ao Marquês.....	34
Figura 22 - Percentagem da tipologia de veículos na Rua de Luís Woodhouse na viragem em direção à Circunvalação.....	34
Figura 23 - Número de paragens por hora junto ao Colégio Júlio Dinis.....	35
Figura 24 - Número de paragens por hora junto ao Externato O Meu Lar.....	36
Figura 25 - Modelo do caso de estudo.....	38
Figura 26 - Variação das velocidades nas 4 medições na hora de ponta no sentido Marquês-Circunvalação .....	39
Figura 27 - Variação das velocidades nas 4 medições na hora de ponta no sentido Circunvalação-Marquês.....	40
Figura 28 - Variação das velocidades nas 3 medições fora da hora de ponta no sentido Marquês-Circunvalação.....	41
Figura 29 - Variação das velocidades nas 3 medições fora da hora de ponta no sentido Circunvalação-Marquês.....	41
Figura 30 - Troços definidos para a calibração .....	42
Figura 31 - Velocidades do troço 1 antes da calibração .....	43
Figura 32 - Velocidades do troço 2 antes da calibração .....	43
Figura 33 - Velocidades do troço 1 após a calibração .....	44
Figura 34 - Médias das velocidades recolhidas no troço 1 na hora de ponta .....	45
Figura 35 - Média das velocidades recolhidas no troço 1 fora da hora de ponta .....	45
Figura 36 - Velocidades do troço 2 após a calibração .....	46

Figura 37 - Média das velocidades recolhidas no troço 2 na hora de ponta.....	46
Figura 38 - Média das velocidades recolhidas no troço 2 fora da hora de ponta .....	46
Figura 39 - Entradas e saídas do troço em estudo numeradas .....	47
Figura 40 - Número de veículos que entram e saem do troço de acordo com os dados recolhidos no terreno .....	48
Figura 41 - Número de veículos que entram e saem do troço de acordo com o programa AIMSUN .....	49
Figura 42 - Cenário base.....	51
Figura 43 - Cenário ideal .....	52
Figura 44 - Cenário de partilha dos lugares destinados às cargas e descargas.....	53
Figura 45 - Comparação da densidade entre as três tipologias de veículos nos três cenários..	57
Figura 46 - Comparação do atraso entre as três tipologias de veículos nos três cenários .....	57
Figura 47 - Comparação do tempo de viagem entre as três tipologias de veículos nos três cenários .....	58
Figura 48 - Comparação da velocidade entre as três tipologias de veículos nos três cenários	58
Figura 49 - Comparação dos valores do atraso antes e depois da partilha .....	60
Figura 50 - Comparação dos valores do tempo de viagem antes e depois da partilha .....	60
Figura 51 - Comparação dos valores da velocidade antes e depois da partilha.....	61
Figura 52 - Gráfico com a comparação entre o cenário base e o cenário de partilha (valores de todos os veículos em cada série temporal) .....	61
Figura 53 - Comparação dos valores do atraso depois da partilha e numa situação ideal .....	63
Figura 54 - Comparação dos valores do tempo de viagem depois da partilha e numa situação ideal .....	63
Figura 55 - Comparação dos valores da velocidade depois da partilha e numa situação ideal	64
Figura 56 - Gráfico com a comparação entre o cenário de partilha e o cenário ideal (valores apenas de todos os veículos em cada série temporal).....	64
Figura 57 - Cenário Final junto ao Colégio Júlio Dinis e à AMCC .....	65
Figura 58 - Cenário Final junto ao Externato O Meu Lar .....	66

## Índice de Quadros

Quadro 1 - Diferente finalidade da procura do parque nos diferentes momentos da semana (Institute for Transportation & Development Policy, 2014) .....	16
Quadro 2 - Fluxo horário na Rua de Costa Cabral .....	31
Quadro 3 - Fluxo horário na Rua de Luís Woodhouse.....	33
Quadro 4 - Valores da validação .....	49
Quadro 5 - Valores obtidos do programa AIMSUN no cenário base.....	54
Quadro 6 - Valores obtidos do programa AIMSUN no cenário sem incidentes na via .....	55
Quadro 7 - Valores obtidos do programa AIMSUN com a partilha dos lugares destinados às cargas e descargas.....	56
Quadro 8 - Comparação entre a situação antes e depois da partilha dos lugares destinados às cargas e descargas.....	59
Quadro 9 - Comparação entre a situação de partilha dos lugares destinados às cargas e descargas e a situação sem incidentes (cenário ideal) .....	62



## Abreviaturas e Simbologia

AIMSUN – *Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks*

AMCC – Academia de Música de Costa Cabral

CMP – Câmara Municipal do Porto

CORSIM – *Corridor simulation*

EUA – Estados Unidos da América

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GAPA – *Gemeentelijk Autonoom Parkeerbedrijf Antwerpen* (Autónoma Empresa Municipal de Antuérpia)

GPIA – Gabinete de Planeamento, Inovação e Avaliação

IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P. (Atual: IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes)

InIR – Instituto de Infraestruturas Rodoviárias

ITDP – *Institute for Transportation & Development Policy*

km/h – Quilómetros por hora

MITSIM – *Microscopic Traffic Simulator*

Mph – Milhas por hora

PDM – Plano Diretor Municipal

s/km – Segundos por quilómetro

UE – União Europeia

veíc/km – Veículos por quilómetro

VISSIM – *Verkehr In Städten – SIMulations modell* (em Inglês - *Traffic in cities - simulation model*)



# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1. Enquadramento do tema**

Desde a antiguidade que as vias de comunicação terrestres representam um papel fundamental no desenvolvimento das sociedades, servindo de apoio a inúmeras atividades socioeconómicas.

Na União Europeia (UE) cerca de oitenta por cento dos cidadãos vivem num ambiente urbano, o que agrava o problema do congestionamento rodoviário nos centros urbanos, pois existe a necessidade das pessoas se deslocarem, e por isso realizarem viagens, viagens estas que, na maioria dos casos, são efetuadas no transporte individual. Devido aos problemas de tráfego das cidades, os habitantes são prejudicados na sua qualidade de vida, e por isso estão recetivos à implementação de novas medidas que reduzam significativamente o problema do tráfego (Comissão das Comunidades Europeias, 2004).

Durante décadas, as cidades tiveram um crescimento físico, isto é, tiveram um alargamento da sua zona habitável; no entanto esta ocorrência tem mostrado recentemente sinais de abrandamento ou mesmo de inversão. O alargamento da zona habitável teve como consequência o aumento do número de deslocações diárias de e para os centros das cidades, com locais de trabalho e espaços escolares muitas vezes a uma distância significativa. Além destas deslocações diárias casa-trabalho e/ou casa-escola, a existência de deslocações para acesso a serviços, tais como, estabelecimentos de comércio, saúde, apoio social, entre outros, contribui para uma procura elevada nas redes de transporte mais próximas das áreas de residência e uma grande pressão no sentido de aumentar a capacidade dessas redes, de modo a melhorar a mobilidade das pessoas nos centros urbanos.

Uma das abordagens que foi utilizada durante as últimas décadas para adequar a oferta ao aumento de procura decorrente do aumento significativo das taxas de motorização foi a construção ou alargamento das vias rodoviárias. Este aumento da oferta de vias rodoviárias tem implicações com outros aspetos muito relevantes na sociedade atual, principalmente no que respeita ao impacto ambiental. O aumento dos volumes de tráfegos tem como consequência o aumento das emissões e poluentes e dos níveis de ruído, constituído por si só importantes impactos ambientais negativos. No entanto, tem implicações com outros aspetos, designadamente com a necessidade de proceder a um desenvolvimento sustentável ou ainda com a interligação entre a maioria dos modos de transporte. Torna-se então essencial um

conhecimento profundo da rede, associado a uma gestão adequada dos conflitos e um planeamento correto, para que sejam alcançados níveis elevados de desempenho, e minimizados todos os aspetos negativos inerentes ao transporte rodoviário (Gonçalves *et al.*, 2004).

Associado ao transporte rodoviário vem sempre o problema do estacionamento, as principais estratégias para que exista uma gestão de estacionamento são classificadas em quatro categorias, sendo elas: o preço dos mecanismos; as medidas regulamentares; os elementos de conceção física; e a qualidade de contratação de serviços (e as tecnologias avançadas destas quatro categorias). No entanto, estas categorias podem ser combinadas de diferentes formas de modo a conseguir-se diferentes efeitos práticos. Cada espaço de estacionamento requer entre 15 a 30 m<sup>2</sup> de área para ser concretizado, e um condutor usa em média de dois a cinco lugares de estacionamento diferentes a cada dia, e na procura destes lugares de estacionamento é causado 50% do congestionamento nos centros urbanos (Institute for Transportation & Development Policy, 2011).

Para resolver o problema do congestionamento existem várias políticas que podem ser consideradas para reduzi-lo, como são, o reforço do policiamento, o incentivo ao uso dos transportes públicos, a gestão do estacionamento, principalmente no que respeita à redução do estacionamento ilegal, o planeamento do uso do solo ou até um aumento da oferta. No entanto, esse aumento nem sempre têm o sucesso esperado, começando a surgir novas estratégias com vista a uma maior racionalização da gestão dessa oferta nomeadamente através da partilha de usos (ITDP, 2011).

Ao longo desta dissertação será abordada exatamente uma medida de gestão de estacionamento deste tipo: o uso partilhado de lugares de estacionamento na via. Neste caso, de locais de cargas e descargas que são partilhados com outros utilizadores com vista à melhoria do desempenho global do tráfego. Esta medida consiste na utilização partilhada dos locais destinados a cargas e descargas de mercadorias pelos encarregados de educação de crianças que frequentam creches/infantários/escolas com o objetivo de não obstruírem a via pública no momento de deixarem e recolherem os seus educandos junto à respetiva creche/infantário/escola, com o intuito de diminuir o estacionamento ilegal e em segunda fila e desta forma, conseguir-se melhorar a fluidez do tráfego. Esta partilha é potencialmente possível porque os períodos horários de maior procura dos intervenientes não são coincidentes.



## **1.2. Motivação do estudo**

A motivação para o estudo objeto desta dissertação centra-se na hipótese da partilha dos locais destinados às cargas e descargas permitindo uma melhor fluidez de escoamento do tráfego rodoviário. Pretendendo-se perceber e avaliar uma medida de minimização do congestionamento junto de creches/infantários/escolas, através do uso partilhado dos locais de cargas e descargas quer pelos veículos de mercadorias, quer pelos encarregados de educação. Este é um problema que afeta a maioria dos estabelecimentos de ensino em zona urbana, levando a atrasos significativos na vida dos encarregados de educação, mas sobretudo das pessoas que utilizam essas vias pois provocam uma degradação das condições de tráfego desses locais. Situações como o estacionamento ilegal ou a procura de estacionamento são geradoras de situações frequentes de congestionamento que provocam atrasos significativos a todos os que necessitam de circular nesses locais.

Além disso, o estacionamento ilegal em segunda fila, que é o estacionamento utilizado por muitos encarregados de educação quando não têm ao seu dispor um lugar vago, traz problemas de segurança para as crianças aquando do seu desembarque e embarque.

Assim, pretende-se que este estudo seja um contributo no sentido de melhorar as condições de circulação nestes locais, de modo a que se diminua a frequência e duração dos congestionamentos que se verificam habitualmente nesses locais devido sobretudo a estacionamentos em segunda fila, referidos anteriormente.

## **1.3. Objetivos**

O principal objetivo é analisar o impacto da implementação da partilha dos lugares destinados aos veículos de cargas e descargas no tráfego rodoviário com transportadores de crianças.

No entanto, como finalidade do principal objetivo, foram-se sucedendo novos objetivos, tais como:

- Uma recolha de dados reais, de modo a obterem-se valores nas simulações aproximados da realidade;
- Caracterização detalhada das condições de tráfego do local que serviu de caso de estudo;
- Utilização de uma ferramenta de simulação de tráfego para analisar o problema em questão;
- Uma modelação cuidada e de acordo com o local do caso de estudo.

## **1.4. Abordagem utilizada**

Em termos metodológicos o presente trabalho teve cinco fases delineadas e definidas com o objetivo de avaliar a eficácia da medida proposta.

Numa primeira fase, denominada de revisão bibliográfica, procedeu-se a um levantamento da literatura sobre as temáticas relacionadas com o objeto de estudo.

Na segunda fase do estudo efetuou-se uma recolha de informações produzidas sobre o tema em alguns municípios nacionais e internacionais.

De seguida foi necessário a seleção de um caso de estudo, neste caso de um local onde existissem estabelecimentos de ensino, desejavelmente do tipo creche ou escola primária, para que pudessem ser identificadas as problemáticas que lhe estejam associadas.

Numa fase intermédia à modelação microscópica das condições de circulação no local escolhido, através do programa AIMSUN, onde se estudaram os vários cenários considerados no estudo em causa de modo a identificar o cenário mais benéfico.

Numa fase final, tiraram-se algumas conclusões, discutiu-se os resultados obtidos e definiu-se como seria efetuada a intervenção no caso de estudo, finalizando assim este plano de trabalhos.

## **1.5. Organização da dissertação**

Esta dissertação encontra-se dividida em três partes, que assentam em seis capítulos.

A primeira parte enquadra a teoria em torno do estacionamento partilhado e do congestionamento na rede viária. Na segunda parte é apresentada a metodologia do estudo, o caso de estudo e os resultados obtidos. A terceira e última parte refere-se à solução encontrada para o caso de estudo e as conclusões da dissertação.

No primeiro e atual capítulo fez-se um enquadramento do tema, assim como uma breve contextualização, a apresentação dos objetivos, a abordagem utilizada na dissertação e ainda a organização da mesma.

O segundo capítulo apresenta as causas de congestionamento, as medidas de mitigação ao congestionamento e os casos no contexto internacional.

O terceiro capítulo é dedicado aos estacionamentos ilegais e partilhados, não só em Portugal, mas também pelo mundo. Apresenta uma referência às cargas e descargas..

O quarto capítulo refere-se à metodologia do estudo que foi adotada nesta dissertação e uma referência aos dois programas utilizados na mesma, abordando ainda o caso de estudo e os aspetos ligados ao mesmo, desde as vias em estudo, os espaços escolares, os valores das

contagens realizadas no terreno, sobre a modelação e calibração do programa AIMSUN, até aos cenários que foram modelados a partir do caso de estudo.

No quinto capítulo apresenta-se e discute-se os resultados obtidos no programa AIMSUN, assim como se apresenta o modo como se deve implementar a partilha dos lugares destinados às cargas e descargas.

No sexto capítulo são descritas as principais conclusões e as perspectivas futuras da dissertação.

## 2. CONGESTIONAMENTO

### 2.1. Causas do congestionamento

O congestionamento rodoviário resulta de uma incapacidade da rede dar resposta à sua procura, provocando uma redução da mobilidade. Salomon e Mokhtarian (1997) vêem o congestionamento como a consequência da dependência crescente do homem pelo automóvel. Os congestionamentos podem ser chamados de congestionamentos não-recorrentes quando surgem devido a incidentes de tráfego, ou de congestionamentos frequentes, quando ocorrem de forma recorrente. Os incidentes de tráfego são acontecimentos que interrompem o fluxo normal do tráfego rodoviário, como por exemplo, acidentes, estacionamento em segunda fila, obras, entre outros.

A UK Highways Agency (2002) indica que 25% dos congestionamentos nas principais vias britânicas surgem devido a incidentes de tráfego, enquanto Charles (2005) apresenta um valor mais elevado e estima que 50% dos congestionamentos nas grandes cidades da Austrália podem ser atribuídos aos incidentes de tráfego.

Vickrey (1969) descreve seis situações principais em que pode existir congestionamento, sendo elas:

- A interação simples, que ocorre quando duas unidades de transporte se aproximam o suficiente para que uma atrase relativamente a outra;
- A interação múltipla, semelhante à situação simples, porém existem mais de duas unidades envolvidas;
- A situação pura de estrangulamento, que se aplica quando um troço relativamente curto do percurso tem uma capacidade substancialmente menor em relação aos segmentos anteriores e posteriores;
- A situação por consequência, que ocorre quando a fila de espera que se forma, por causa do estrangulamento, acaba interferindo no tráfego que não pretendia utilizar esse percurso, mas sofre atraso em consequência do estrangulamento;
- A situação de necessidade de controlo renovado, que ocorre quando os níveis de tráfego necessitam de novas formas de controlo de tráfego, como por exemplo, a utilização de semáforos em interseções rodoviárias;

- A densidade em geral, quando a longo prazo os custos de congestionamento seriam uma função da densidade do fluxo de todos os modos combinados em todos os percursos.

Os congestionamentos frequentes podem também ser inerentes ao aumento da procura, uma vez que os estacionamento da área envolvente serão muito afetados caso não se preveja o número suficiente de lugares adicionais devido à construção de um novo empreendimento gerador de viagens.

As escolas são um desses empreendimentos que necessitam de uma avaliação cuidada, por gerarem viagens no seu horário de funcionamento, concentrando uma diversidade de pessoas, designadamente alunos, pais dos alunos ou encarregados de educação, professores, funcionários, entre outros. Esta situação pode ser agravada se não for previsto a existência de locais de estacionamento destinados ao embarque e desembarque das crianças.

Deste modo, deve ser efetuada uma avaliação coordenada de três aspetos, de modo a adotar-se o perfil transversal para cada eixo rodoviário nas proximidades do estabelecimento, sendo eles (Departamento Nacional de Trânsito, 2001):

- A classificação funcional num enquadramento das funções a servir (circulação automóvel; estacionamento; circulação pedonal ou ciclista);
- Os níveis e a tipologia da procura (velocidades; fluxos de tráfego; nível de procura de tráfego ciclista);
- E o ambiente envolvente (urbano ou rural; tipologia da ocupação do edificado envolvente).

Existem indicadores de desempenho que são utilizados para caracterizar os congestionamentos, tais como o nível de serviço, o índice de tempo de viagem, o atraso, o comprimento de filas de espera e o rácio volume/capacidade. Sendo que o nível de serviço é definido pelo tempo de percurso com atraso e pela velocidade média, ou apenas pelo tempo de percurso com atraso, enquanto que o índice de tempo de viagem corresponde à relação entre o tempo de viagem na hora de ponta e o tempo de viagem em regime livre (Victoria Transport Policy Institute, 2016).

## 2.2. Medidas de mitigação do congestionamento através do estacionamento

Um número crescente de cidades europeias está a utilizar políticas de estacionamento para melhorar a qualidade do ar, reduzir o congestionamento do tráfego, tornar as ruas mais habitáveis, reduzir as emissões de gases com efeito estufa e libertar espaço na estrada para a implementação de ciclovias e melhorar o espaço público.

Com base em ITDP (2011), descrevem-se de seguida diversos exemplos de medidas implementadas pelo mundo no combate ao congestionamento, utilizando o estacionamento para esse fim.

Na cidade de Barcelona, cerca de 93% dos veículos que entravam no centro da cidade para procurar um lugar de estacionamento, sendo que em 2005, a cidade criou um programa de regulação de estacionamento, denominado de “Área Verde”, ou “Zona Verde”, cujo objetivo era regular todo o estacionamento de visitantes da cidade, limitando o tempo de paragem e dando prioridade aos residentes. Este programa envolvia ainda a conversão de lugares de estacionamento dos veículos ligeiros para estacionamento de motociclos e bicicletas. Com este programa o congestionamento na cidade foi reduzido em 5-10%.

No início do século XXI, a administração da cidade de Paris assumiu uma postura mais firme sobre o lugar dos veículos particulares em espaços públicos. Entre o ano de 2003 e 2007, reduziram em 9% a oferta de estacionamento, o que correspondeu à eliminação de 14300 lugares, enquanto 95% dos lugares grátis, correspondendo a cerca de 47500 lugares, passaram a ser lugares pagos. Foram ainda implementadas 14 estações de partilha de veículos na cidade e 4000 lugares de estacionamento convertidos em zonas de aluguer de bicicletas, do sistema de *bike sharing* de Paris. Com estas medidas conseguiram reduzir o número de quilómetros percorridos em automóvel no centro de Paris em cerca de 13%.

Na Bélgica, mais propriamente na Antuérpia, a GAPA (Autónoma Empresa Municipal de Antuérpia) está a oferecer os seguintes serviços para facilitar o estacionamento partilhado: organiza estacionamento para os residentes de modo a reduzir as taxas de ocupação, fornece uma plataforma *online* onde se pode alugar os diversos lugares, subsidia um parque privado ou a subscrição dos residentes com a condição de que permitam o estacionamento na própria rua onde residem, facilita iniciativas privadas para a construção de estacionamentos nas proximidades e ainda oferece lugares de estacionamento de bicicletas em parques privados que podem ser utilizados pelo público em geral.

Na Alemanha, nos anos 60, a pedestrianização foi tornada realidade em vários arruamentos comerciais centrais. Posteriormente, nos anos 70, foram criadas as primeiras

“Zonas Woonerf” do país, zonas estas onde não existe segregação entre o tráfego motorizado e o não-motorizado e em que os peões têm prioridade sobre os veículos. Nesta década, a palavra “Verkehrsberuhigung” (tradução de Acalmia de Tráfego) é inventada. Como resultado do seu sucesso, as chamadas “Zonas Woonerf” tornam-se comuns nos novos projetos de áreas residenciais, por outro lado, surgiram alguns problemas, tais como o exagerado custo que estas zonas atingiam em certos bairros ou as queixas de peões sobre a sensação de falta de segurança devido ao nivelamento entre os passeios e a via. Em 1984, o Governo Alemão reviu a lei das “Zonas Woonerf” e efetuou algumas alterações de forma a ir de encontro das dificuldades referidas, o serviço de transportes públicos é melhorado e o estacionamento é reduzido (Almeida, 2004).

### **2.3. Mitigação do congestionamento em áreas escolares**

As opções de intervenção de modo a mitigar o congestionamento resumem-se a dois critérios, sendo eles, o aumento direto do potencial de desempenho dos elementos que apresentem um funcionamento deficiente, ou então no “alívio” da carga a que esses elementos estão sujeitos através da criação de uma evolução/ampliação da rede de modo a que algum do tráfego seja transferido para redes circundantes menos “carregadas” (Antunes *et al.*, 2008).

Um programa ideal de redução dos congestionamentos envolve as seguintes etapas (Victoria Transport Policy Institute, 2016):

- Melhorar todas as opções de transporte, ou seja, melhorar as condições para a deslocação a pé, para o ciclismo, para o transporte público e para os veículos privados, de modo a que os utilizadores possam escolher a opção que melhor lhes adequa;
- Implementar programas de apoio, como a redução da distância de viagem e programas de marketing de gestão da mobilidade, sempre que necessário;
- Se for possível, aplicar taxas ou portagens nos períodos em que o congestionamento for mais elevado, com preços fixos de modo a reduzir os volumes de tráfego para os níveis ideais. Se não for possível aplicar em todo o sistema, pelo menos aplicar nos corredores mais congestionados;
- Apenas considerar expansões viárias urbanas se, depois de todas as estratégias anteriores serem implementadas, for possível recuperar os custos do projeto com taxas de utilização.

Em zonas onde se situam escolas/creches, tem emergido uma medida designada “zonas de 30Km/h”. Esta medida tem inclusive enquadramento legal em alguns países, como por exemplo, a Bélgica, a França, a Itália, a Suíça, a Espanha e o Reino Unido (neste caso designada de “zonas 20 mph”) (Silva, 2014). Em Portugal, têm sido previstas e implementadas por todo o país, nomeadamente em Coimbra, Beja, Mirandela e sobretudo em Lisboa, como mostra a figura 1, onde se implementou este tipo de medida em 19 zonas da capital portuguesa (Pereira, 2014).



**Figura 1 - "Zona 30" em Portugal (<http://www.cm-lisboa.pt/noticias/detalhe/article/bairro-do-charquinho-e-zona-30>)**

Essa implementação deve ocorrer em locais onde a vida local é preponderante ou intensa, ou seja (Almeida, 2004):

- Em zonas urbanas residenciais;
- Em zonas urbanas com carácter multifuncional ou com forte carácter comercial ou ainda com carácter misto, isto é, numa zona onde haja habitação, comércio e ainda serviços;
- Em zonas envolventes de equipamentos escolares, por exemplo na Bélgica instruíram a implementação destas zonas junto aos estabelecimentos escolares;
- Em zonas que a função dominante é a função social ou funções equivalentes à função de circulação;



- Em zonas mais sensíveis onde se pretendam proteger principalmente o tráfego de atravessamento, como por exemplo, em zonas com relativo valor patrimonial, zonas de equipamentos de saúde, etc.

As “zonas de 30Km/h” visam essencialmente reduzir a velocidade de circulação e ainda diminuir o tráfego de atravessamento indesejado. A redução das velocidades praticadas irá diminuir o efeito perturbador de “harmónio”, mantendo as distâncias entre veículos constante e menor, reduzindo deste modo o congestionamento (Pereira, 2014).

Num estudo realizado pelo British Transport Research Laboratory sobre as Zonas 30 no Reino Unido é referido que a implementação destas zonas permitiu reduzir os acidentes que envolvem peões em cerca de dois terços, e o nível de acidentes com ciclistas reduziu-se em 29%. O estudo revela as seguintes conclusões (Silva, 2014):

- Redução da velocidade média de 14,5 km/h;
- Redução do número de acidentes em cerca de 60%;
- Redução do número de acidentes que envolvem peões, como dito anteriormente, em cerca de dois terços, mais propriamente 67%;
- Redução do número de acidentes que envolvem ciclistas, também referido anteriormente, em 29%;
- Diminuição dos volumes de tráfego em cerca de 27%;
- Aumento dos volumes de tráfego nas vias envolventes 12%.

Porém, junto a escolas/creches, as medidas também podem ser outras, como por exemplo o “*Kiss and Ride*”, usado em algumas escolas nos Estados Unidos da América (EUA) e até na Europa, como por exemplo na Holanda, na cidade de Roterdão, e inclusive em Portugal, na ilha da Madeira, mais concretamente no Funchal, e em Santarém. O *Kiss & Ride* é um programa seguro, conveniente e eficiente cujo objetivo é facilitar o embarque e desembarque dos alunos junto das escolas, tanto de manhã como no final das aulas. O programa consiste em separar as zonas predestinadas ao tráfego dos diversos veículos, permitindo que não haja situações de conflito na deslocação dos alunos até à escola e desta forma os encarregados de educação apenas precisam de parar para que os seus educandos saiam do veículo para que possam seguir viagem, momento que demora muito pouco tempo.

Em Santarém, o *Kiss & Ride* foi instalado numa faixa de rodagem junto a uma escola e os resultados foram muito satisfatórios, visto que essa faixa apresentava uma capacidade para

acomodar 37 veículos em simultâneo. Esta capacidade responde de forma favorável às operações de desembarque de passageiros, uma vez que foi apurado um valor máximo de 75 veículos, como mostra a figura 2, com uma média de permanência no cordão de 2 minutos, período de tempo manifestamente suficiente para as operações de desembarque sem que ocorrência de congestionamento (Coelho, 2012).

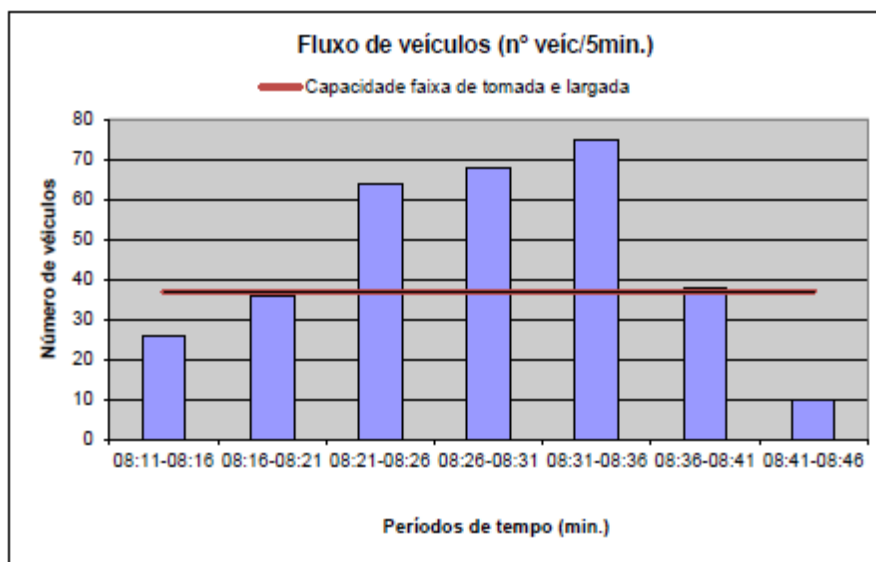


Figura 2 - Capacidade da faixa *Kiss & Ride* numa escola de Santarém (Coelho, 2012)

### **3. ESTACIONAMENTO**

#### **3.1. Estacionamento ilegal**

O estacionamento ilegal é uma causa de congestionamento urbano, uma vez que o este tipo de estacionamento realizado em locais que não foram destinados para esse uso, provoca na maior parte das vezes condicionantes à circulação nesse local.

Por exemplo, se se estiver a analisar o estacionamento ilegal em segunda fila, este irá obrigar os veículos que estão a circular na via pública, a terem de ultrapassar o veículo ou veículos que estejam estacionados na faixa de rodagem e a impedir a fluidez do tráfego que existia anteriormente.

No entanto há fatores que influenciam o nível de cumprimento das normas de estacionamento, sendo eles (Costa *et al.*, 2008):

- A visibilidade e a legibilidade das marcas e sinais de trânsito;
- As restrições físicas ao estacionamento;
- A perceção dos efeitos que irá causar o incumprimento;
- A existência de alternativas;
- O respeito pelas regras no “ambiente” próximo;
- A predisposição de cada um perante a lei;
- A razão pela deslocação;
- O tempo que irá durar a infração;
- O há vontade com o local, ou seja, o seu conhecimento.

#### **3.2. Estacionamento partilhado**

Segundo Alves (2009), um problema que existe na sociedade é que se planeiam os espaços para que sejam monomodais. No entanto, deste modo, entra-se no âmbito da exclusão originado pela segregação. Acontecendo numa sociedade que se quer fundada nos valores da dignidade humana, solidariedade, democracia e desenvolvimento sustentável. E são estes valores que levam a questionar se a segregação é a melhor solução para proteger os utentes das vias mais vulneráveis, como os peões ou os ciclistas.

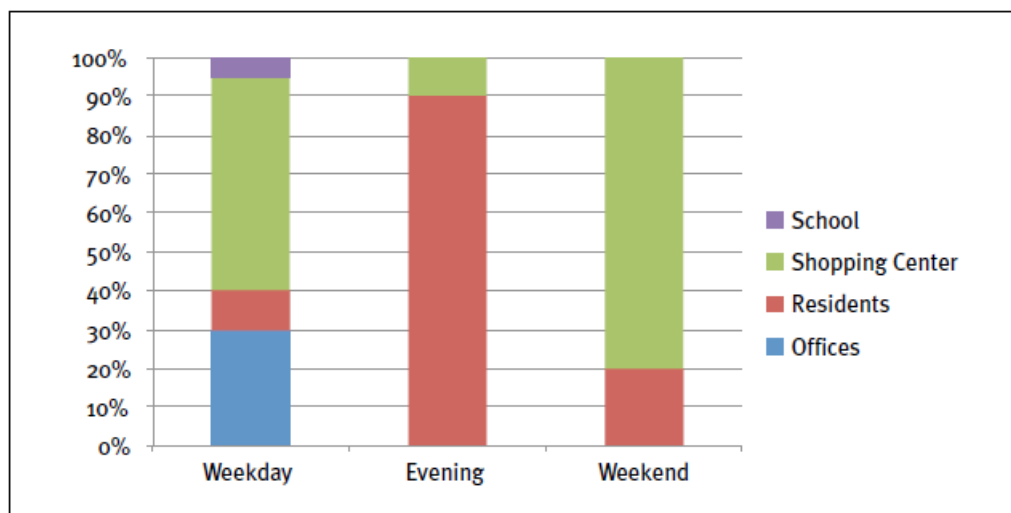
A procura de estacionamento, assim como outros padrões de procura de transportes, opera especialmente em certas horas do dia, chamados picos de procura, dependendo do uso

do solo a que está relacionado. Mas estes padrões distintos por vezes complementam-se, como o “estacionamento escritório”, que normalmente está vazio à noite e aos fins-de-semana, e o “estacionamento residencial”, este é o oposto, está geralmente cheio à noite (Institute for Transportation & Development Policy, 2014).

O estacionamento partilhado torna os espaços acessíveis a vários utilizadores, quando este era apenas reservado para um determinado grupo de utilizadores. As cidades podem assim acomodar as procura de estacionamento essenciais, como o estacionamento de veículos de pessoas com deficiência e veículos de mercadorias, promovendo viagens por modos mais sustentáveis com uma melhor integração do uso do solo. Como exemplo, o estacionamento desenvolvido para um cinema pode ser partilhado com trabalhadores de escritórios nas proximidades e ainda com residentes, uma vez que a procura de cada utilizador é maior em diferentes horários (Institute for Transportation & Development Policy, 2014).

De acordo com o Victoria Transport Policy Institute, 60 a 80 lugares de estacionamento podem ser partilhados entre 100 empregados no contexto Norte-Americano. Na cidade de Indianápolis, o uso misto do “*Circle Centre*” reduziu a oferta de estacionamento em 53% utilizando uma abordagem de estacionamento partilhado, elevando também a economia da cidade (Institute for Transportation & Development Policy, 2014).

Como mostra a figura 3, durante a semana, ao fim de semana e à noite, o uso do estacionamento é diferente, sendo que durante a semana existe um uso muito diversificado, pois é usado numa grande percentagem por utilizadores dos centros comerciais e também por utilizadores de escritórios, no entanto existe um ligeiro uso por residentes e por utilizadores de espaços escolares. No que respeita à noite, a grande maioria do uso é praticado por residentes e um pequeno grupo que se desloca ao centro comercial, enquanto durante o fim de semana é totalmente o contrário.



**Figura 3 - Diferente uso dos lugares de estacionamento num bairro em momentos diferentes (Institute for Transportation & Development Policy, 2014)**

Para uma cidade ter benefícios de um programa de estacionamento partilhado, esse estacionamento precisa de ser acessível ao público sem espaços privados ou reservados. O governo, pode ter o papel de intermediário para ajudar o setor privado a identificar como e onde os locais podem ser compartilhados, assim como pode lidar com contratos de estacionamento público garantindo indicadores de desempenho satisfatórios, como a taxa de ocupação, a mudança de modo e os fundos angariados para futuros projetos de melhoria.

Para implementar com sucesso o estacionamento partilhado, deve ser conduzida uma revisão que olha para os regulamentos dos locais, para o uso do estacionamento em vários momentos do dia e para a estratégia de gestão do estacionamento existente. No entanto, como o estacionamento partilhado é uma estratégia iterativa, deve ser revista frequentemente. A medida é mais eficaz quando feita em conjunto com a promoção do uso de transportes públicos, bicicletas e peões (Institute for Transportation & Development Policy, 2014).

Os principais benefícios de uma estratégia de estacionamento partilhado incluem (Institute for Transportation & Development Policy, 2014):

- Uso eficiente e otimizado da infraestrutura de estacionamento existente;
- Eliminação da carga já existente para criar mais estacionamento;
- Desenvolvimento de suporte para o transporte público orientado.

Para implementar o estacionamento partilhado deve-se determinar o número de lugares de estacionamento já existentes e analisar como os espaços são usados em momentos diferentes do dia. A partilha deve ser baseada na procura que este irá ter, obrigando a

satisfazer as vontades pelos diversos períodos do dia, separando ainda os dias da semana dos fins-de-semana (Institute for Transportation & Development Policy, 2014).

Como indica o quadro 1, durante a semana a procura é muito variada, enquanto durante o fim de semana a procura é mais centrada nos centros comerciais e nos parques, já durante a noite a procura é mais concentrada nos residentes, porém também existe procura para lazer, como por exemplo, por bares, por cinemas e pelos restaurantes.

**Quadro 1 - Diferente finalidade da procura do parque nos diferentes momentos da semana (Institute for Transportation & Development Policy, 2014)**

Weekday Peaks	Evening Peaks	Weekend Peaks
Banks	Auditoriums	Religious institutions
Schools	Bars and dance halls	Parks
Distribution facilities	Residents	Shops
Factories	Meeting halls	
Medical clinics	Restaurants	
Offices	Cinemas	

### 3.2.1. Estacionamento partilhado: exemplos de boas práticas

Em Ann Arbor, Michigan, USA, o Downtown Development Authority controla a disponibilidade de estacionamento, localização e preço como parte do sistema de transporte que é essencial para a vitalidade do centro urbano e do seu crescimento. A cidade faz um esforço para manter as infraestruturas pedonais e cicláveis no topo da forma de mobilidade, ajudando a satisfazer a procura de estacionamento com os espaços públicos existentes (Institute for Transportation & Development Policy, 2014).

Em Pequim, China, no início de 2011, o governo começou a promover o estacionamento partilhado, incentivando que as instituições abrissem os seus parques de estacionamento para o público em geral depois das horas de trabalho. Até ao final desse ano, 61 parques estavam a partilhar 8946 espaços em 6 distritos centrais, sendo que a maioria estava aberta a residentes entre as 18h e as 8h do dia seguinte. No final de 2013, o governo de Pequim aprovou outra política no estacionamento partilhado onde explicou mais detalhes do mecanismo (Institute for Transportation & Development Policy, 2014).

### **3.3. Lugares de estacionamento de cargas e descargas**

Os condutores de veículos de mercadorias utilizam frequentemente os lugares destinados às cargas e descargas de forma irregular e ilegal.

O código da estrada nacional, Decreto-lei nº 72/2013, de 3 de setembro, refere que um veículo está a cumprir a lei sempre que esteja a realizar uma carga ou descarga ou entrada e saída de passageiros, se for por tempo estritamente necessário e o condutor esteja pronto a retomar a marcha sempre que estiver a impedir a passagem de outros veículos. Normalmente tal não é respeitado, provocando enormes filas de trânsito, sendo esta operação passível de multa (Ministério da Administração Interna, 2002).

Quando o código da estrada se refere à paragem e ao estacionamento, considera-se que este fica impedido na faixa de rodagem sempre que esta esteja sinalizada com linha longitudinal contínua e a distância entre esta e o veículo seja inferior a 3 metros, ponto que por vezes também é desrespeitado pelos condutores dos veículos de transporte de mercadorias que pretendem efetuar cargas e descargas. Contudo, não se pode deixar de referir que não são apenas estes que desrespeitam esta norma; é uma situação generalizada e agravada em locais próximos de escolas (Ministério da Administração Interna, 2002).

No entanto, a realização de cargas e descargas não necessita de ser feita o mais rapidamente possível se o veículo se encontrar devidamente estacionado nos locais destinados a esse efeito e as pessoas que estão a efetuar essa ação não saírem para a faixa de rodagem e ainda sempre que não cause perigo nem embaraço para os outros utentes (Ministério da Administração Interna, 2002).

As operações de carga e descarga devem ser efetuadas sempre pela retaguarda ou pela lateral do veículo, junto ao passeio ou à berma da via (Ministério da Administração Interna, 2002).

## 4. ANÁLISE E INFLUÊNCIA DO USO PARTILHADO

### 4.1. Metodologia do estudo

De forma a proceder-se à avaliação da eficácia da implementação de uma medida de estacionamento partilhado em locais de cargas e descargas por veículos de mercadorias e veículos de transporte de crianças em horários de exclusividade distintos, procedeu-se à elaboração de um caso de estudo na cidade do Porto. A área selecionada cumpria o requisito de ter uma atividade comercial dominante, presença de múltiplas unidades escolares e uma oferta de estacionamento insuficiente para responder à procura de tráfego rodoviário. Foi selecionado um: troço da Rua de Costa Cabral.

Atualmente, tem-se generalizado a utilização de modelos de simulação microscópica de tráfego rodoviário para analisar e prever o funcionamento de infraestruturas rodoviárias. Estes modelos têm como principal objetivo recriar todos os movimentos individuais dos veículos e a sua interação, num determinado sistema de tráfego, num ambiente virtual. A partir dessa representação pode-se retirar conclusões e análises de modo a melhorar o tráfego rodoviário e a vivência humana. No entanto, é essencial introduzir toda a informação no modelo em que se esteja a trabalhar, de acordo com a realidade. Assim, após a seleção da área de estudo, procedeu-se à recolha de dados do tráfego, do estacionamento na área em análise e a contagens no terreno, de modo a obter o fluxo de tráfego rodoviário e o padrão de estacionamento junto dos espaços escolares e a posteriormente se modelar o local, com recurso a um *software* comercial de microsimulação de tráfego, no caso o AIMSUN.

A microsimulação de tráfego pode ser definida como sendo uma modelação dinâmica e estocástica dos movimentos de veículos individuais nos diferentes elementos de um sistema de transportes, uma vez que cada veículo é gerado aleatoriamente pelo simulador em uso, e o respetivo movimento de cada veículo é representado de segundo em segundo, ou fração de segundo, ao longo dos elementos da rede, de acordo com as respetivas características físicas do veículo em si, de acordo com as regras fundamentais do movimento e ainda de acordo com as regras de comportamento dos condutores (Caltrans, 2002).

Assim, a dinâmica de cada veículo nos simuladores microscópicos de tráfego é apresentada com base em teorias de comportamento do tipo seguimento (*car-following*), mudança de via (*lane-changing*) e de aceitação do intervalo crítico (*gap acceptance*).



Neste momento o número de simuladores microscópicos de tráfego ao dispor dos técnicos é bastante alargado, e entre todos eles, os mais conhecidos e mais utilizados internacionalmente são o AIMSUN, programa que será usado no caso de estudo desta dissertação, o CORSIM, o MITSIM, o PARAMICS e o VISSIM. Quanto ao AIMSUN, programa que irá ser utilizado, foi criado e desenvolvido pelo Laboratório de Investigação Operacional da Universidade Politécnica da Catalunha, em Espanha, e teve uma versão inicial em 1987. Este micro-simulador tem como principal objetivo a simulação de tráfego nas zonas urbanas e interurbanas, contendo, para essa finalidade, um vasto conjunto de sistemas avançados em telemática de transportes. A interface gráfica apresentada, concede ao utilizador uma plataforma simples para a execução do modelo e para a utilização do mesmo como ferramenta de avaliação. O AIMSUN numa das suas últimas versões, para além de conter o modelo de microssimulação, contém também um modelo mesoscópico, bem como um modelo macroscópico, o que permite uma verdadeira integração ao nível do detalhe, pois permite ao utilizador com a mesma representação da rede, os mesmos dados de base e consequentemente com o mesmo modelo, obter resultados detalhados. Este programa recorre a um modelo de seguimento baseado no modelo proposto por Gipps, e num modelo de mudança de via que pode também ser considerado um desenvolvimento de um modelo de mudança de via proposto pelo mesmo autor, Gipps (Macedo *et al.*, 2013).

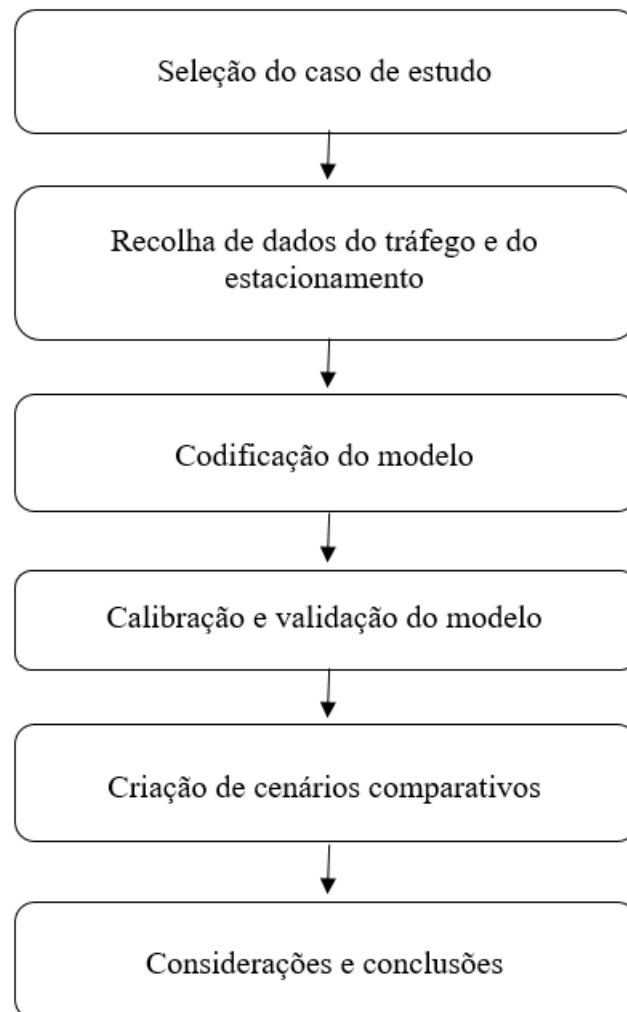
Para o caso de estudo objeto desta dissertação, recorreu-se ao *software* comercial de modelação de tráfego AIMSUN. Este *software* permite que se reproduza as condições de tráfego numa rede urbana tal e qual a que existe na realidade, com o volume de tráfego, com as diferentes categorias de veículos e com os incidentes que ocorrem nas vias. Este programa é capaz de simular incidentes de tráfego e o tráfego rodoviário nas vias replicando as condições reais dos mesmos. O AIMSUN, enquanto ferramenta de avaliação foi validada por vários autores, nomeadamente no âmbito da investigação de logística urbana para a avaliação de soluções no apoio á tomada de decisão, como por exemplo, Hosoya *et al.* (2003), Barceló *et al.* (2005), Melo *et al.* (2014).

A utilização do *software* no presente trabalho exigiu um processo de calibração, de modo a que os veículos representados no programa se comportassem praticamente da mesma forma que os veículos no terreno, e para isso foi necessário recolher dados para calibração com o programa Geo Tracker - GPS Tracker que fornece a informação dinâmica dos veículos.

O Geo Tracker é um rastreador GPS para Android que permite gravar e rever o movimento que se faz com o veículo usando o mapa do Google ou do Yandex do telemóvel. Sendo possível realizar o *download* através do Google Play.

Após a conclusão do processo de calibração criaram-se cenários comparativos no modelo e executou-se o mesmo, retirando parâmetros de performance de tráfego que permitiram efetuar as considerações e conclusões que se apresentam no último capítulo do presente trabalho.

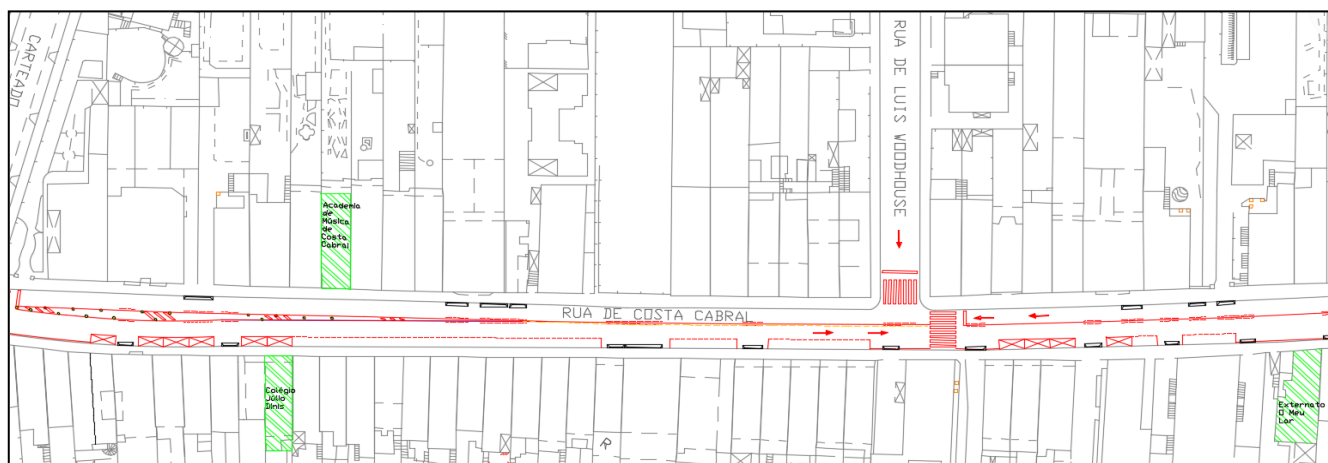
Deste modo, a figura 4, demonstra a metodologia do estudo nas suas diversas fases e a sua sequência.



**Figura 4 - Metodologia do estudo**

## 4.2. Apresentação do caso de estudo

O caso de estudo escolhido foi a Rua de Costa Cabral, na cidade do Porto, num troço que inclui o colégio Júlio Dinis, o Externato O Meu Lar e a Escola de Música de Costa Cabral, tal como mostra a figura 5. No entanto, no troço em estudo surge ainda outra via, a Rua de Luís Woodhouse, uma via com uma tipologia inferior, sendo uma via de sentido único, sentido esse que apenas serve para entrar na Rua de Costa Cabral.



**Figura 5 - Vista em projeto do troço em estudo da Rua de Costa Cabral**

Esta rua é uma via distribuidora principal, e pode observar-se parte da sua extensão na figura 6.



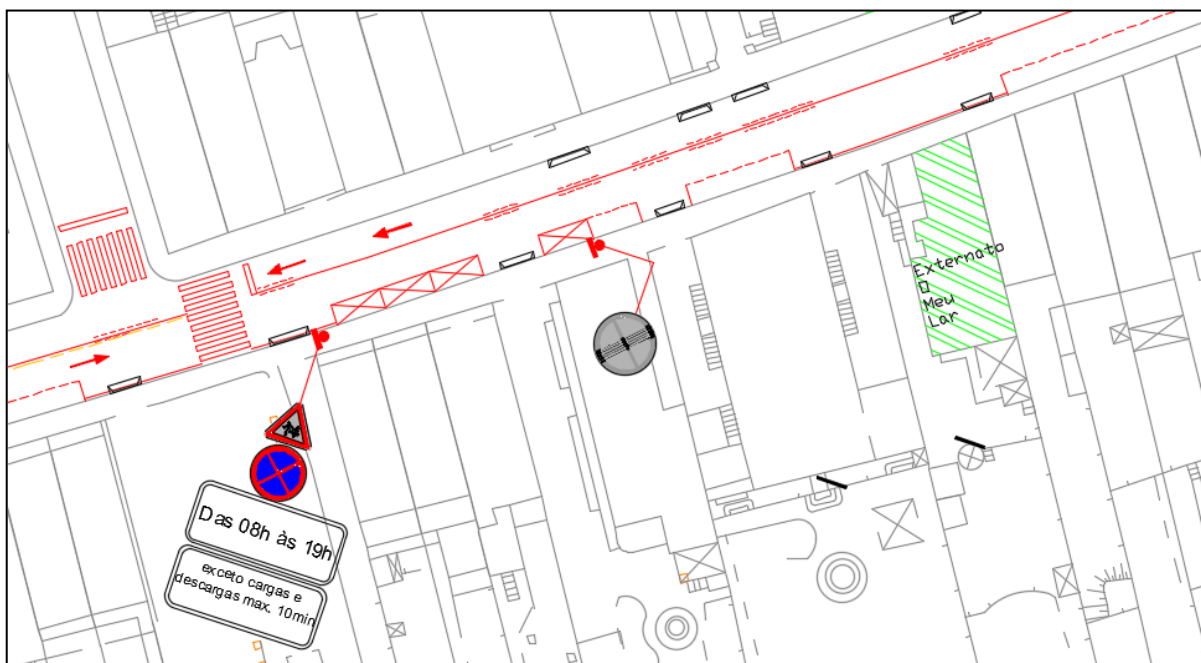
**Figura 6 - Vista Longitudinal da Rua de Costa Cabral (<http://migre.me/tuS7T>)**

Junto ao Colégio Júlio Dinis existem nas proximidades um café, uma papelaria e ainda uma florista, no outro lado da via existe um Banco e a Academia de Música de Costa Cabral, como mostra a figura 7. Ainda na Rua de Costa Cabral, mas depois do cruzamento com a Rua de Luís Woodhouse, surge o Externato O Meu Lar. Todos estes estabelecimentos são pólos geradores e atratores de viagens que contribuem para o aumento do tráfego rodoviário na zona, sobretudo durante os dias úteis. Principalmente a Academia de Música, o Colégio Júlio Dinis e o Externato O Meu Lar, que atraem muito tráfego de manhã e ao fim do dia, momentos de embarque e desembarque das crianças, respetivamente.



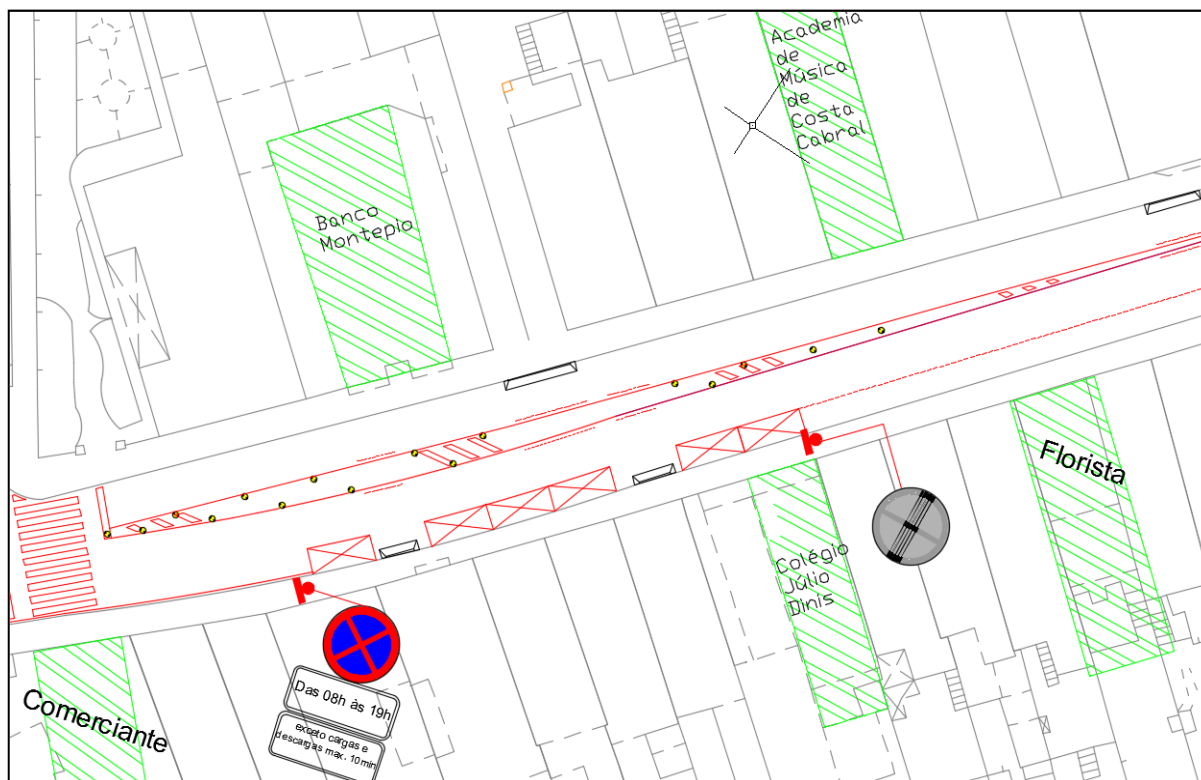
**Figura 7 - Estabelecimentos comerciais junto ao Colégio Júlio Dinis**

Nas proximidades do Externato O Meu Lar, existem 4 locais destinados à realização de cargas e descargas, como é visível na figura 8, sendo por isto, o local ideal para se verificar a partilha desses locais e analisar a sua influência nas condições de tráfego da via.



**Figura 8 - Cenário atual junto ao Externato O Meu Lar (CMP)**

Junto ao Colégio Júlio Dinis existem 6 lugares destinados às cargas e descargas, como se verifica na figura 9.



**Figura 9 - Cenário atual junto ao Colégio Júlio Dinis e à AMCC (CMP)**



#### 4.2.1. Rua de Costa Cabral

A rua de Costa Cabral, sinalizada a negro na figura 10, é a rua mais extensa da cidade do Porto, tendo início na Praça do Marquês de Pombal, no limite das freguesias de Bonfim com Paranhos e prolonga-se até à Estrada da Circunvalação, na Areosa, freguesia de Rio Tinto, concelho de Gondomar. Esta rua desenvolve-se em sucessivas linhas retas, dando-lhe um traçado uniforme.

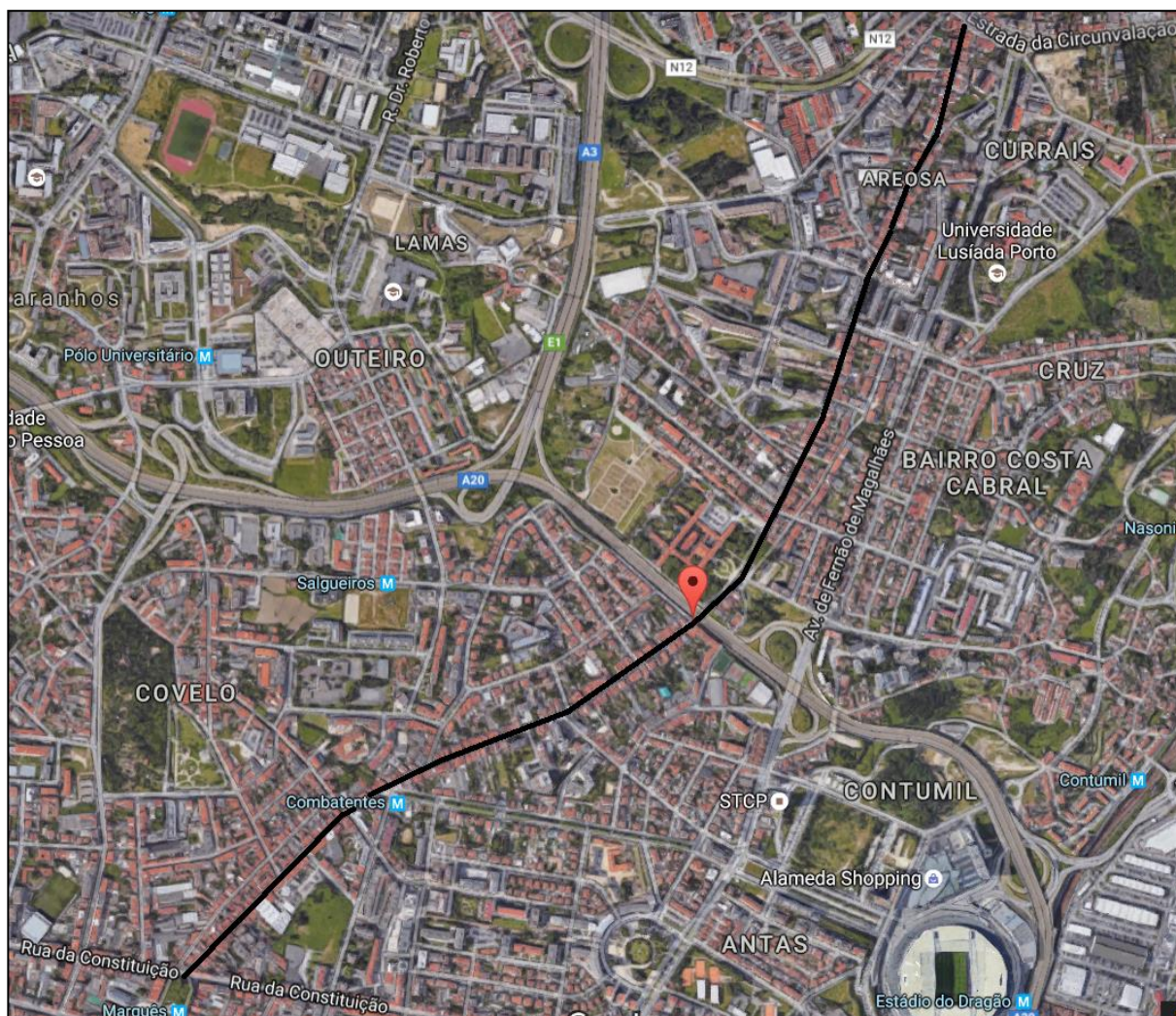


Figura 10 - Vista geral da Rua de Costa Cabral (Google Maps)

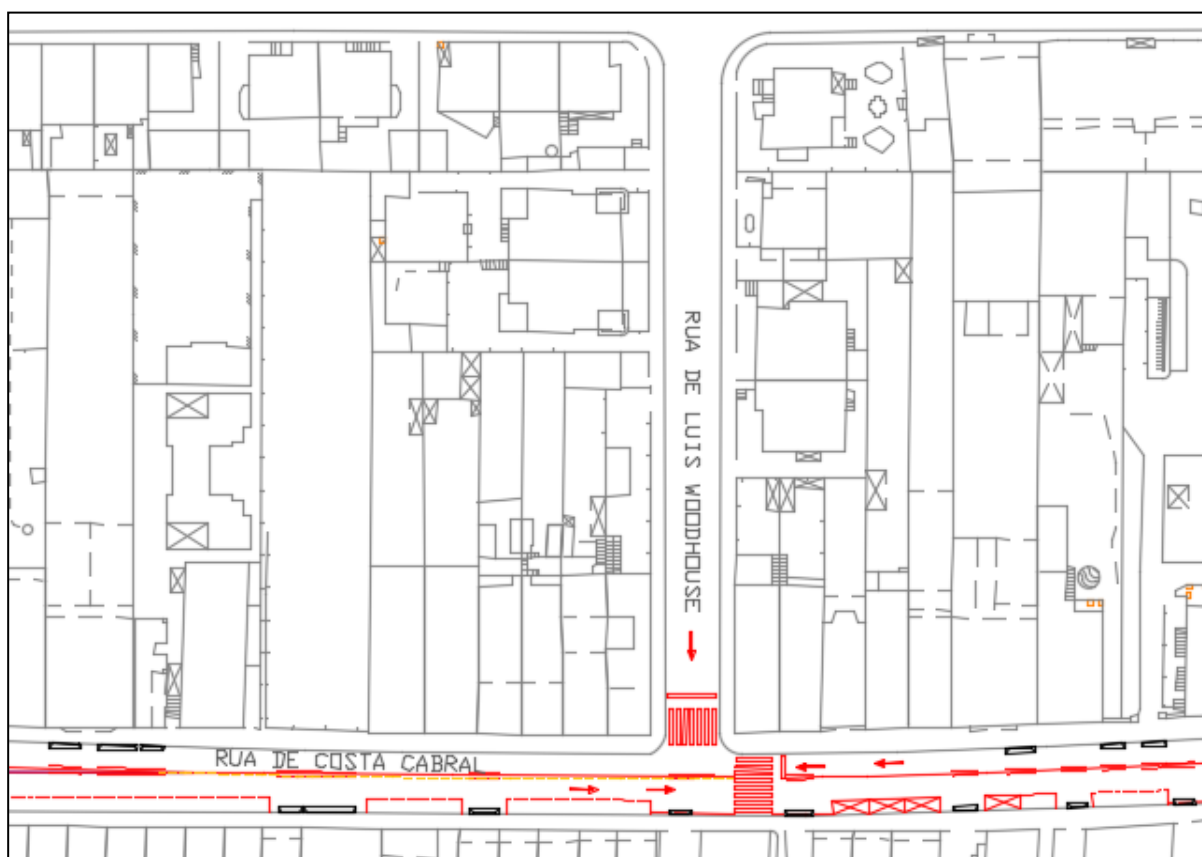
Esta rua nasceu da necessidade de melhorar a ligação rodoviária do Porto a Guimarães, substituindo a estreita e irregular Rua do Lindo Vale, que partia do Marquês.

A rua de Costa Cabral é toda ela constituída por um passeio de cada lado, um passeio não muito largo em certos locais, no entanto esse passeio existe e é importante para uma separação dos interesses dos intervenientes.

Atualmente a via tem sofrido intervenções, nomeadamente na sinalização semaforizada que é uma das intervenções efetuadas, tendo também sido colocadas várias balizas de posição cilíndricas e flexíveis a separar as vias de tráfego nas zonas das interseções e cruzamentos de Costa Cabral com outras artérias.

#### 4.2.2. Rua de Luís Woodhouse

A rua de Luís Woodhouse (figura 11) é uma das artérias da rua de Costa Cabral, sendo uma via de sentido único e que apenas permite a entrada na rua de Costa Cabral.



**Figura 11 - Vista em projeto da rua de Luis Woodhouse**

Esta rua tem aproximadamente 500 metros, o que indica que é uma rua de pequena dimensão, no entanto, apesar da sua curta distância, contém uma paragem de autocarros na sua extensão. Conta também com passeios de ambos os lados e com vários locais de estacionamento.

#### 4.2.3. Espaços escolares da Rua de Costa Cabral

Existem 3 espaços escolares no troço da Rua de Costa Cabral em estudo: o Colégio Júlio Dinis, o Externato O Meu Lar e a Academia de Musica de Costa Cabral.

De acordo com a informação presente no *site* do Colégio Júlio Dinis, (“<http://colegiojuliodinis.pt/website/>”), no *site* da Base de Dados Portugal Contemporâneo, (“[www.pordata.pt](http://www.pordata.pt)”), e ainda no *site* das estatísticas do Ensino Básico e Secundário em Portugal, (“[infoescolas.mec.pt](http://infoescolas.mec.pt)”), o Colégio Júlio Dinis foi fundado com Ensino Primário e Liceal em regime de internato e semi-internato, apenas para as meninas. Posteriormente transformou-se num colégio misto. Com o tempo, foi implementado no Colégio, o Jardim-de-Infância e a Creche. Mais tarde, o Colégio abriu também o 2º e 3º ciclo e ainda o ensino secundário. Uma vez que não foi possível contabilizar o número de alunos atualmente no Colégio Júlio Dinis na educação pré-escolar e no primeiro ciclo, de acordo com a Base de Dados Portugal Contemporâneo, o número médio de alunos inscritos na educação pré-escolar em Portugal no ano de 2015, era de 43 crianças, enquanto no primeiro ciclo era de 96 crianças. Já de acordo com o *site* das estatísticas do Ensino Básico e Secundário, o Colégio Júlio Dinis tinha inscrito no ano de 2013/2014, 81 alunos no 2º Ciclo, sendo 38 e 43, no 5º e 6º ano, respetivamente, 86 alunos no 3º Ciclo, sendo 27, 22 e 37, no 7º, 8º e 9º ano, respetivamente, e por fim, no ensino secundário tinham 69 alunos, sendo 16, 28 e 25, no 10º, 11º e 12º ano, respetivamente.

O Externato O Meu Lar é outro dos espaços escolares do caso de estudo. Este contém os ensinios de Creche, aceitando crianças a partir dos 3 meses de idade, de Pré-Escolar e ainda de 1º Ciclo, o que constituem alunos sem capacidade de se deslocarem autonomamente para a escola e por consequência são maioritariamente transportados pelos pais em veículo automóvel. De acordo com a Base de Dados Portugal Contemporâneo, (“[www.pordata.pt](http://www.pordata.pt)”), o número médio de crianças inscritos na educação pré-escolar em Portugal no ano de 2015, era de 43 crianças, enquanto no primeiro ciclo era de 96 alunos.

A Academia de Música de Costa Cabral é o terceiro e último espaço escolar do nosso caso de estudo. De acordo com a informação presente no *site* da Academia de Música de Costa Cabral, (“<http://www.costacabral.com>”), no *site* da Base de Dados Portugal Contemporâneo, (“[www.pordata.pt](http://www.pordata.pt)”), e ainda no *site* das estatísticas do Ensino Básico e Secundário em Portugal, (“[infoescolas.mec.pt](http://infoescolas.mec.pt)”), este integra a rede nacional de escolas do ensino artístico especializado da música. Tem como objetivos gerais, desde os seus primórdios, promover e fomentar a divulgação musical em todas as vertentes. Uma vez que



não foi possível saber qual o número de alunos que a Academia de Música de Costa Cabral tem matriculados, então de acordo com o *site* das estatísticas do Ensino Básico e Secundário, a AMCC tinha menos de 20 alunos matriculados no 2º Ciclo do Ensino Básico no ano letivo de 2013/2014, e o número de alunos matriculados nesse mesmo ano letivo, mas no 3º Ciclo era também inferior a 20 alunos, já quanto ao ensino secundário, a AMCC, no ano letivo de 2013/2014, não tinha qualquer aluno inscrito.

### 4.3. Dados obtidos e utilizados nas simulações

#### 4.3.1. Contagens de veículos

Foram marcadas 3 posições, como mostra a figura 12, específicas para a realização das contagens. Na posição 1 estava uma pessoa de modo a contabilizar o tráfego de atravessamento da Rua de Costa Cabral, junto ao colégio Júlio Dinis. Na posição 2 estava mais uma pessoa de modo a controlar o estacionamento junto aos espaços escolares e as paragens do autocarro nas paragens próximas. Na posição 3 estava mais uma pessoa a contabilizar o tráfego proveniente da Rua de Luís Woodhouse, e ainda o estacionamento junto ao Externato O Meu Lar. De referir que todas as contagens foram efetuadas manualmente e no local, sem qualquer acesso a vídeo ou a aparelhos mecânicos.

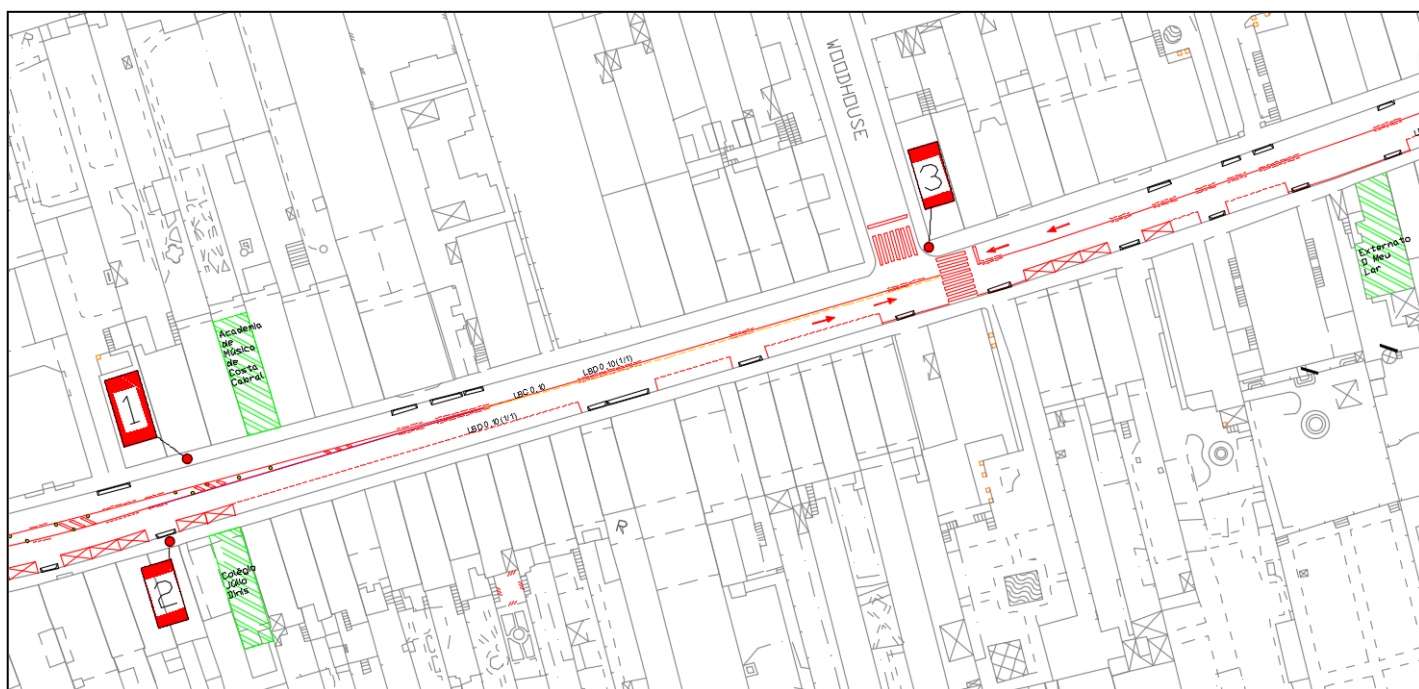


Figura 12 - Posições das contagens no terreno

#### 4.3.2. Tipologia de veículos

Com base nos dados obtidos do terreno consideraram-se 3 tipologias de veículos: os veículos ligeiros, os veículos de mercadorias e os autocarros.

Os veículos ligeiros representam cerca de 83% dos veículos introduzidos na rede, enquanto os veículos de mercadorias representam cerca de 13% e os restantes 4% correspondem aos autocarros. Estes valores são resultado dos valores apresentados na figura 13 e na figura 14.

Para as contagens considerou-se como veículos ligeiros, todos aqueles que tivessem lotação até 9 lugares e não estivessem destinados ao transporte de mercadorias. Nos veículos de mercadorias foram contabilizados todos os veículos que se destinassem a esse fim, independentemente de serem veículos ligeiros ou pesados.

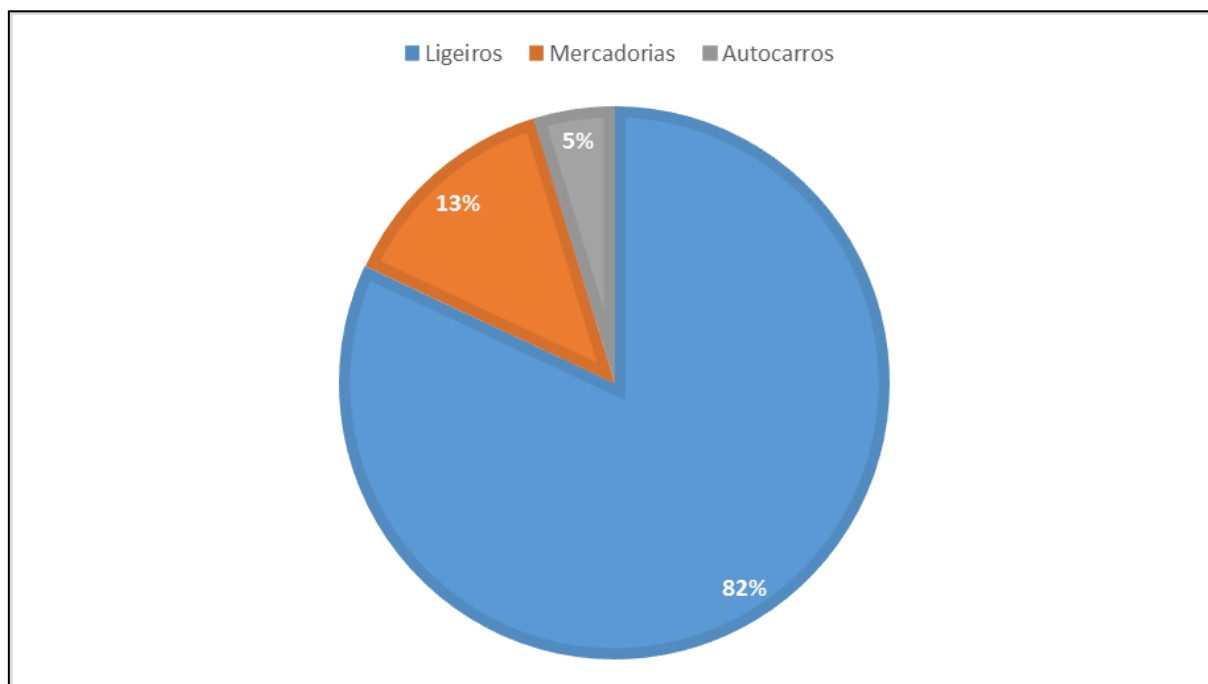
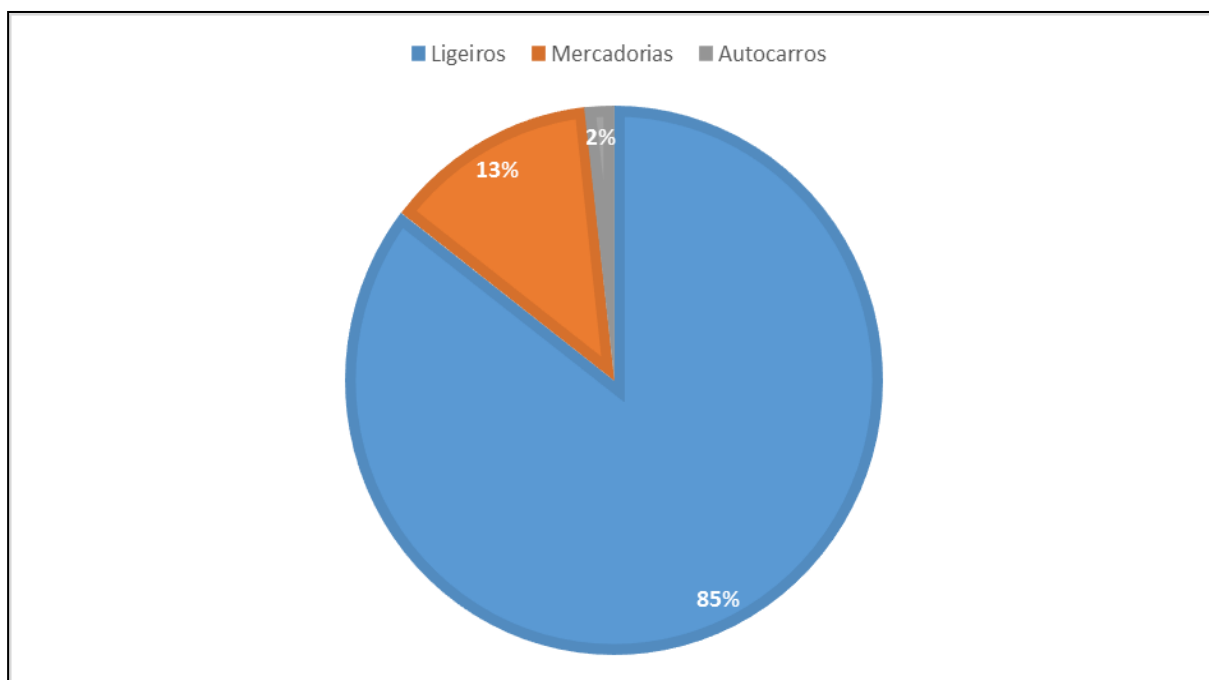


Figura 13 - Tipologia dos veículos na Rua de Costa Cabral



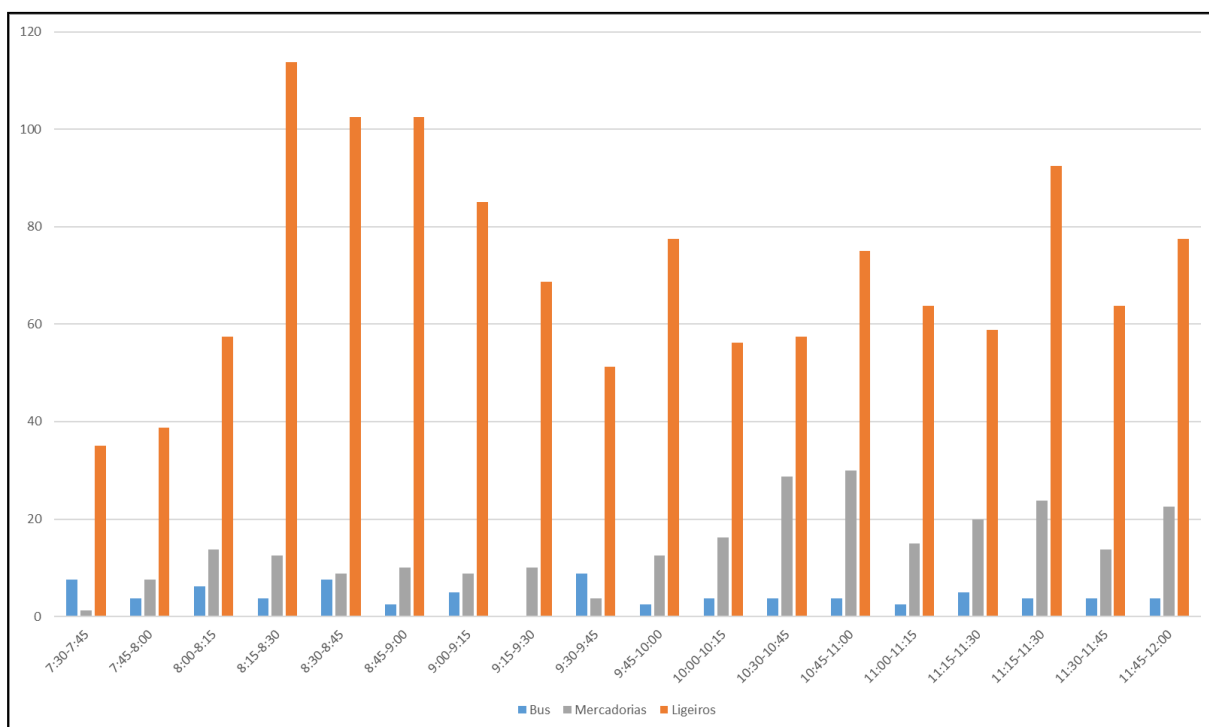
**Figura 14 - Tipologia dos veículos na Rua de Luís Woodhouse**

#### 4.3.3. Contagens na Rua de Costa Cabral

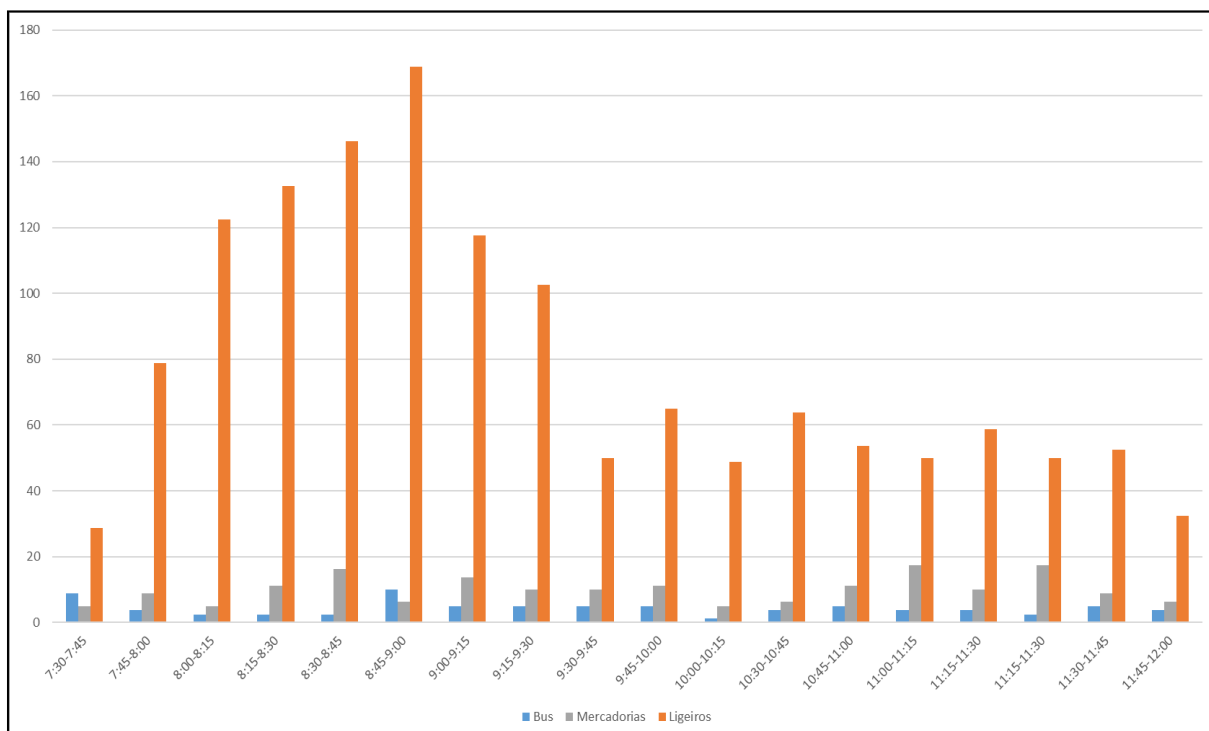
A Rua de Costa Cabral tem 2 sentidos, o sentido do Marquês para a Circunvalação e o sentido contrário da Circunvalação para o Marquês.

Na posição 1 passaram 2700 veículos ligeiros desde as 7:30h até às 12h, 1278 na via do sentido Marquês-Circunvalação e na via do sentido Circunvalação-Marquês foram contabilizados 1423 veículos ligeiros. No que respeita a veículos de mercadorias foram 439 veículos, 259 e 180 na via do sentido Marquês-Circunvalação e do sentido Circunvalação-Marquês, respetivamente. Quanto aos autocarros foram contabilizados 156 autocarros, 78 na via do sentido Marquês-Circunvalação e 79 na via do sentido Circunvalação-Marquês.

O fluxo horário desta via (quadro 2) é de 358 veíc/h no sentido Marquês-Circunvalação, e de 374 veíc/h no sentido Circunvalação-Marquês, enquanto que a tipologia dos veículos em cada sentido é indicada na figura 17 e na figura 18.



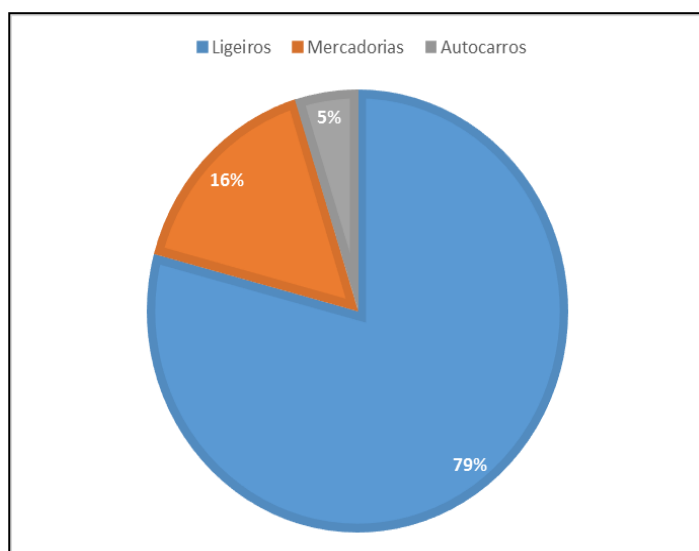
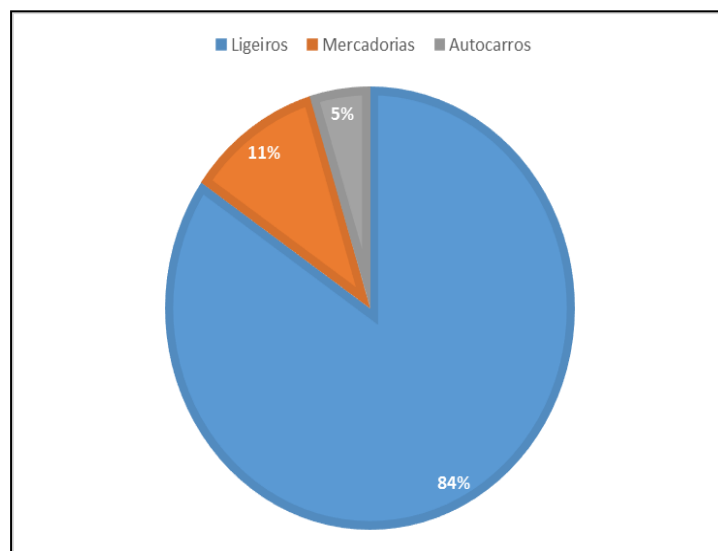
**Figura 15 - Veículos no Sentido Marquês-Circunvalação**



**Figura 16 - Veículos no Sentido Circunvalação-Marquês**

**Quadro 2 - Fluxo horário na Rua de Costa Cabral**

Fluxo Horário		
	Sentido Marquês-Circunvalação	Sentido Circunvalação-Marquês
Ligeiros	284 veíc/h	316 veíc/h
Mercadorias	57 veíc/h	40 veíc/h
Autocarros	17 veíc/h	18 veíc/h
Total	358 veíc/h	374 veíc/h

**Figura 17 - Percentagem da tipologia dos veículos na Rua de Costa Cabral no Sentido Marquês-Circunvalação****Figura 18 - Percentagem da tipologia dos veículos na Rua de Costa Cabral no Sentido Circunvalação-Marquês**

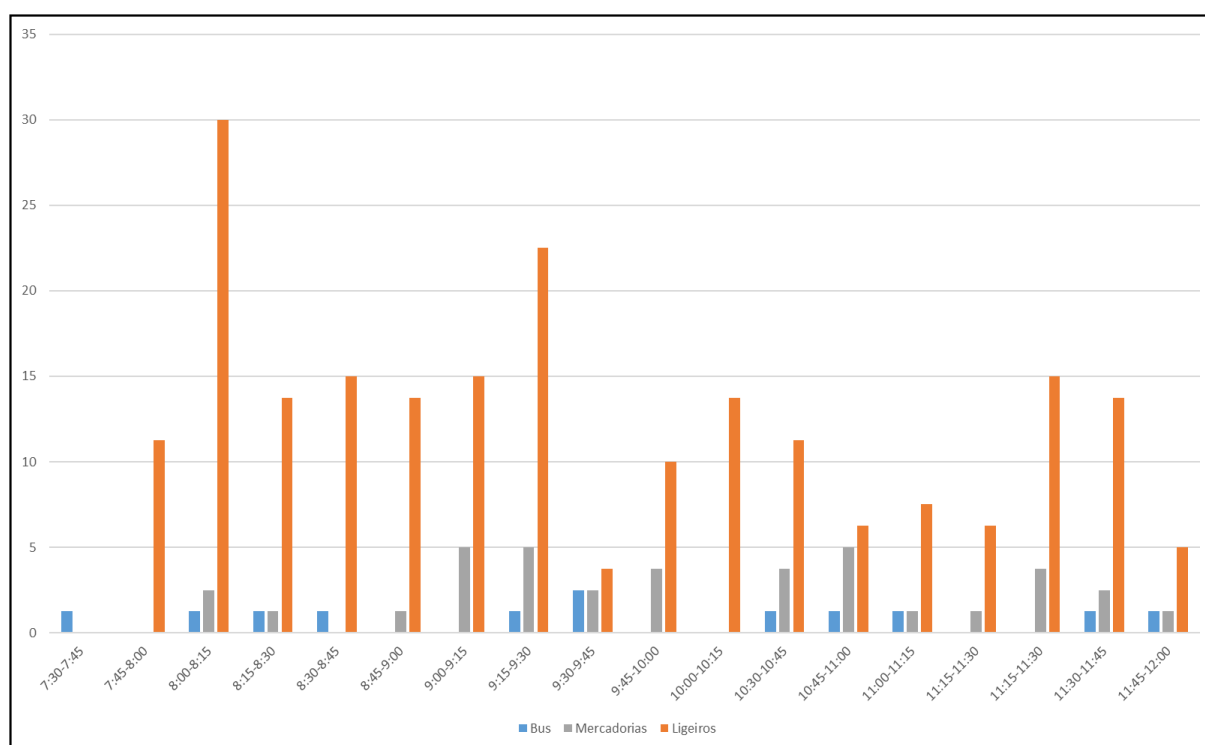
De acordo com as figuras 15 e 16 concluiu-se que o período de ponta de 15 min. da via ocorre entre as 8:45h e as 9h. No entanto o intervalo de pico nos dois sentidos é diferente, uma vez que o período de pico no sentido Marquês-Circunvalação corresponde ao horário entre as 8:15h e as 8:30h, já no sentido Circunvalação-Marquês, o intervalo de pico deste sentido é o mesmo que o período de pico da via. A hora de ponta neste troço é entre as 8:15h e as 9:15h, já as aulas dos complexos escolares do troço em estudo têm início entre as 8:30 e as 9h, pelo que a hora de ponta corresponde ao momento em que os encarregados de educação trazem os seus educandos para a escola. Os picos matinais da procura das cargas e descargas são geralmente no período entre as 10h e as 12h, iniciando-se após a abertura das lojas que ocorre maioritariamente às 9h e 30 min.

#### 4.3.4. Contagens na Rua de Luís Woodhouse

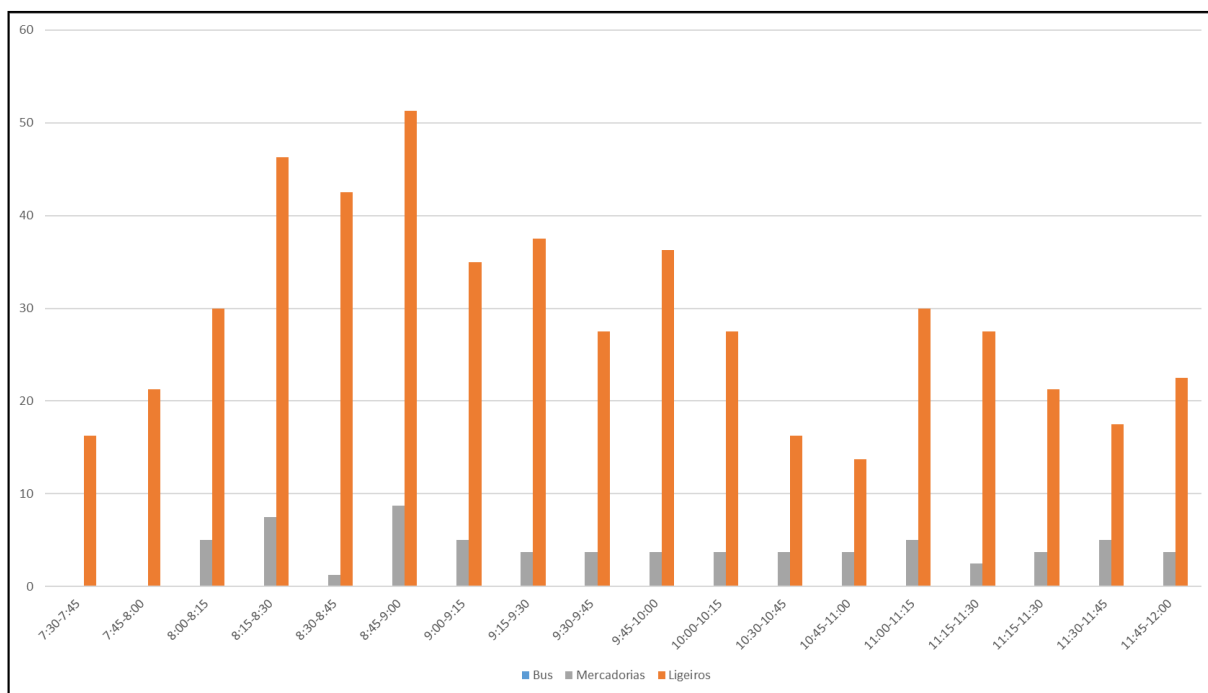
Como esta via é de sentido único, existem duas possibilidades: a viragem em direção ao Marquês e a viragem em direção à Circunvalação.

Na posição 3, foram contabilizados 734 veículos ligeiros desde as 7:30h até às 12h, 214 viraram em direção ao Marquês e 520 viraram para a Circunvalação. No que respeita a veículos de mercadorias foram contabilizados 110, 40 e 70 na viragem em direção ao Marquês e para a Circunvalação, respetivamente. Quanto aos autocarros foram contabilizados 15 na em direção ao Marquês e nenhum na viragem em direção à Circunvalação, o que indica que os autocarros apenas fazem trajeto no sentido do Marquês.

O fluxo horário desta via (quadro 3) é de 60 veíc/h na viragem em direção ao Marquês, e de 131 veíc/h na viragem em direção à Circunvalação, enquanto que a tipologia dos veículos em cada sentido é indicada na figura 21 e na figura 22.



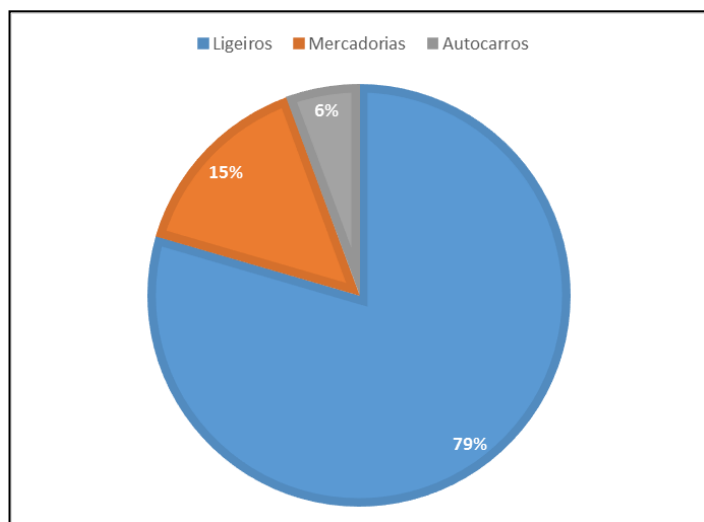
**Figura 19 - Número de veículos na viragem em direção ao Marquês / 15 min**



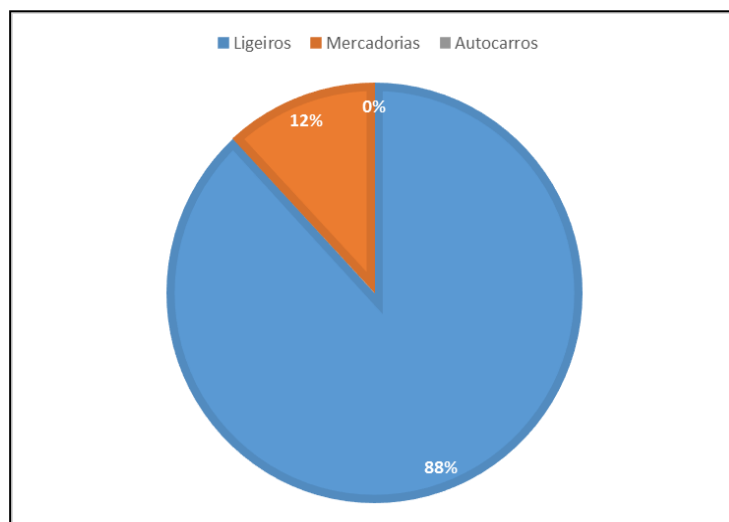
**Figura 20 - Número de veículos na viragem em direção à Circunvalação / 15 min**

**Quadro 3 - Fluxo horário na Rua de Luís Woodhouse**

Fluxo Horário		
	Viragem em direção ao Marquês	Viragem em direção à Circunvalação
Ligeiros	48 veíc/h	116 veíc/h
Mercadorias	9 veíc/h	16 veíc/h
Autocarros	3 veíc/h	0 veíc/h
Total	60 veíc/h	131 veíc/h



**Figura 21 - Percentagem da tipologia de veículos na Rua de Luís Woodhouse na viragem em direção ao Marquês**



**Figura 22 - Percentagem da tipologia de veículos na Rua de Luís Woodhouse na viragem em direção à Circunvalação**

De acordo com os gráficos da figura 19 e 20 concluiu-se que o período de ponta de 15 min. da via ocorre entre as 8:45h e as 9h, tal como acontecia também na Rua de Costa Cabral. No entanto, se se contabilizar em função do sentido em que os veículos seguem, o período de pico nas viragens em direção ao Marquês é entre as 8h e as 8:15h. Já nas viragens em direção da Circunvalação o intervalo de pico corresponde ao período de pico da via. O início das aulas na Academia de Música de Costa Cabral, situada deste lado da Rua de Costa Cabral, são às 8:30h.

#### 4.3.5. Reflexão das contagens realizadas

De acordo com os resultados recolhidos no terreno verifica-se que existe um equilíbrio no número de veículos nos dois sentidos da Rua de Costa Cabral, no entanto o fluxo horário do sentido Circunvalação-Marquês é superior ao do sentido Marquês-Circunvalação. No que respeita à Rua Luís de Woodhouse verifica-se que existe uma grande diferença de valores aquando da viragem no cruzamento, uma vez que o fluxo horário das viragens em direção à Circunvalação é mais do dobro das viragens em direção ao Marquês.

No que respeita à contagem de estacionamento, é necessário intervir na política deste na zona em estudo, uma vez que a oferta de estacionamento é insuficiente para acomodar o pico de procura matinal associado aos encarregados de educação junto aos espaços escolares, o que contribuiu para a ocorrência de estacionamento ilegal na via e consequente perturbação da circulação rodoviária. Perante o carácter comercial da rua em análise, o presente trabalho



aborda a criação de lugares partilhados em diferentes períodos do dia para embarque e desembarque de crianças e para operações de cargas e descargas de mercadorias.

#### 4.4. Caracterização do estacionamento

Na posição 2, indicada na figura 12, foram contabilizados 161 estacionamentos ao longo do período de contagens, como mostra a figura 23, dos quais apenas 45 foram estacionamentos legais e, os 116 restantes correspondem a estacionamento em segunda fila e a estacionamentos ilegais em rampas e outros locais. Foi possível observar no terreno que 72% do estacionamento é efetuado de forma ilegal e deste, mais de 67% corresponde a estacionamento para o embarque e desembarque de crianças. Quanto ao tempo médio de paragem observado nesta posição de contagem é de aproximadamente meia hora, quando contabilizado o estacionamento legal e ilegal. O estacionamento em segunda fila tem um tempo médio de 5 min, enquanto o estacionamento nos locais destinados às cargas e descargas tem um tempo médio de aproximadamente 23 min. No que respeita às paragens dos autocarros foram contabilizadas 17 paragens na via da direita e 32 na via da esquerda. O seu tempo médio de paragem é de aproximadamente 1 min e ocorre maioritariamente na faixa de rodagem, visto que não existe um espaço livre para a paragem dos mesmos junto à paragem, devido ao frequente estacionamento ilegal de veículos ligeiros.

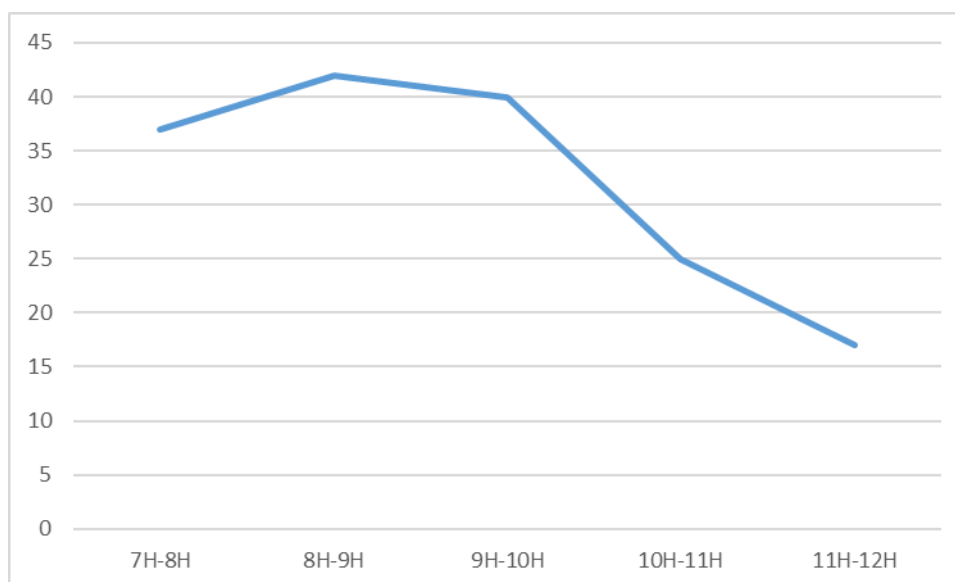


Figura 23 - Número de paragens por hora junto ao Colégio Júlio Dinis

Na posição 3, indicada na figura 12, foi também contabilizado o estacionamento ao longo do período de contagens, como mostra a figura 24, com uma percentagem de estacionamento ilegal de 75%. O tempo médio de paragem dos veículos neste local é de meia hora, tendo o estacionamento em segunda fila registado um tempo médio de 1 min, e o tempo médio do estacionamento em outros lugares é de aproximadamente 22 min. Na simulação foram assumidos incidentes com a duração de 1 min e com ocorrências espaçadas de 15 min, após cálculo estatístico de apoio à definição dos incidentes.

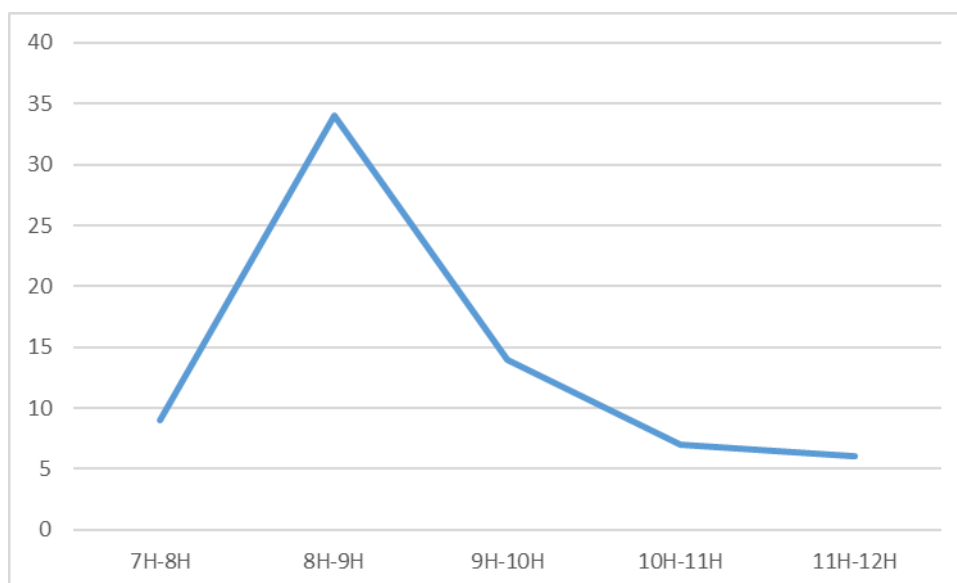


Figura 24 - Número de paragens por hora junto ao Externato O Meu Lar

#### 4.5. Processo de modelação do caso de estudo

A modelação do caso de estudo foi efetuada com recurso ao *software* de microssimulação de tráfego AIMSUN, versão 8.0, licença do IDMEC-IST. A modelação do caso de estudo, consistiu em desenhar as duas vias no programa AIMSUN com um total de 400 metros de via, sendo que o troço em estudo da Rua de Costa Cabral foi desenhado com aproximadamente 300 metros, e a Rua de Luís Woodhouse foi desenhada com aproximadamente 100 metros. Foi necessário quantificar no terreno os fluxos de veículos ligeiros, os veículos de mercadorias e ainda os autocarros.

De seguida foi necessário definir as prioridades das vias tal como ocorre na realidade, pois a Rua Luís Woodhouse tem de ceder a passagem a todos os veículos da Rua de Costa Cabral e tal situação foi colocada no modelo do caso de estudo.

Foram ainda adicionados os locais de paragem dos autocarros, tal como as horas de paragens dos mesmos, e para tal foi realizada uma pesquisa de modo a saber os horários de todos os autocarros que podem efetuar paragens nos locais destinados a esse fim na extensão em estudo da Rua de Costa Cabral e na Rua Luís Woodhouse. Foi necessário também definir o tempo médio de paragem destes e o tempo utilizado foi de 1 min.

Foi necessário adicionar os estacionamento ilegais que ocorrem ao longo da via. No entanto, estes estacionamento foram difíceis de definir, pois os tempos têm uma grande variabilidade. A solução passou por assumir um tempo médio de paragem entre todos os estacionamento em segunda fila e uma duração média dos mesmos. No que respeita aos estacionamento junto ao Externato O Meu Lar, foi definido um estacionamento incidente temporário com uma duração de 1 min que ocorre de 7 em 7 min. Junto ao colégio Júlio Dinis, foi necessário colocar dois estacionamento, visto que o número de estacionamento ilegais era tão elevado que o intervalo com que ocorriam era menor que o período que demorava o estacionamento, ou seja, o estacionamento ocorria durante 12 min de 8 em 8 min, e então foram divididos em 2 estacionamento, esses dois estacionamento foram definidos com um período de 6 min e a ocorrerem de 8 em 8 min na mesma.

Como existem as ultrapassagens aos veículos que se encontram estacionados em segunda fila, foi necessário definir duas vias em cada sentido e depois utilizar o modelo de ultrapassagem mão-dupla duas-faixas que existe no programa, assim como ativar este modelo aquando da execução dos diversos cenários que foram testados.

Terminada a fase de carregamento de informação de *input* do modelo, foi o momento de calibrar e validar o modelo em estudo (figura 25), de acordo com os dados recolhidos e apresentados no ponto seguinte.

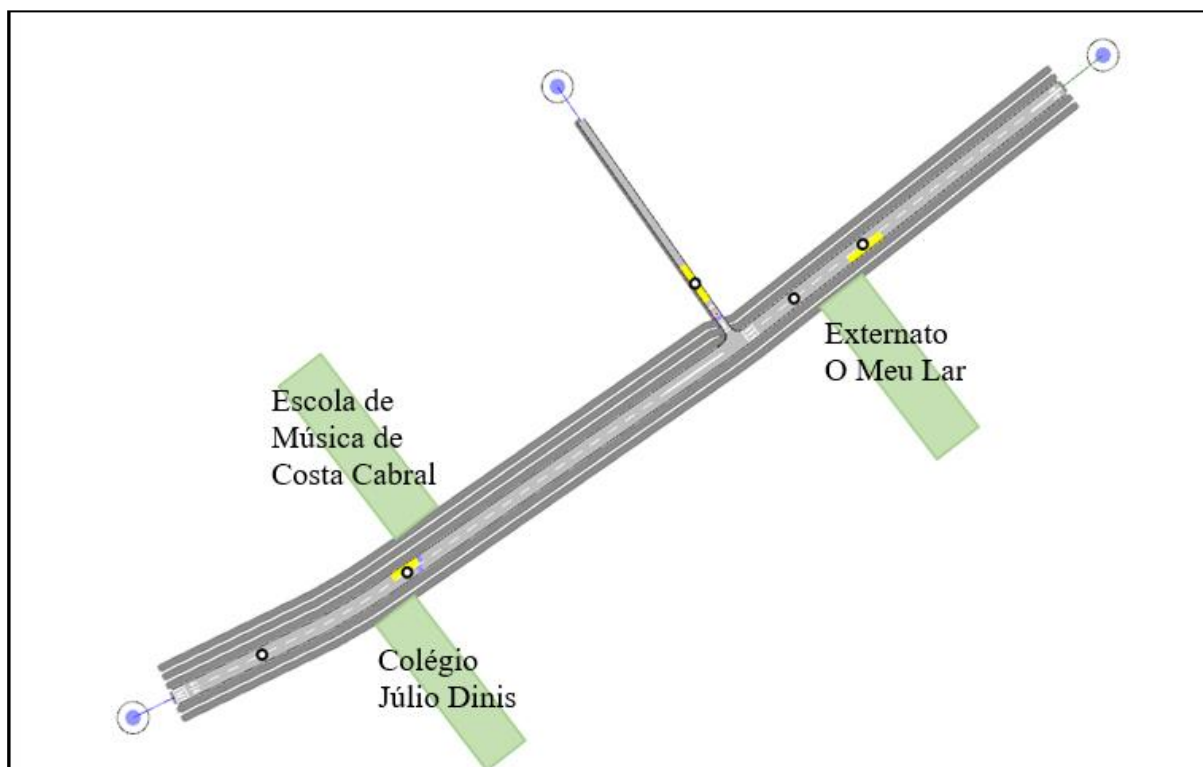


Figura 25 - Modelo do caso de estudo

#### 4.6. Recolha de dados reais para apoio à calibração

A medição das velocidades procedeu-se utilizando um programa que permitisse medir as velocidades instantâneas, o programa escolhido foi o *Geo Tracker – GPS Tracker*.

Sendo que as principais características deste programa são:

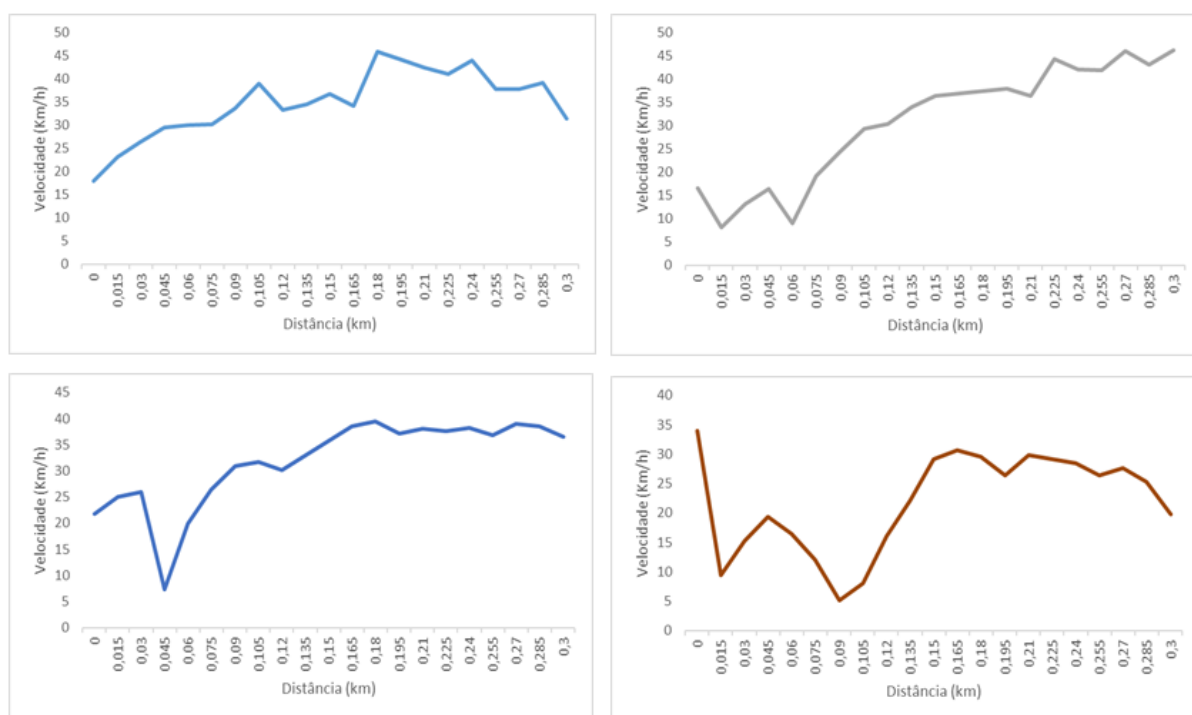
- Grava a rota do seu GPS no telemóvel com as configurações de gravação flexíveis;
- Visualizar os trajetos gravados, através do mapa do Google ou do Yandex;
- Exportar e importar em formatos GPX ou KML, possibilitando o visionamento no *Google Earth*;
- Visualizar as várias estatísticas e características na aplicação, como por exemplo: distância, velocidades máximas, média e mínimas, duração da gravação e ainda outros valores;
- Visualizar a velocidade, a altitude e a duração da gravação num determinado local com apenas um toque no mapa da aplicação.

Portanto, para obter os seguintes dados sobre as velocidades praticadas no local, assim como o tempo de percurso, foram efetuadas diversas viagens em dois períodos de tempo distintos.

Um dos períodos de tempo foi entre as 8:30h e as 9h, isto porque o período de ponta matinal está compreendido neste intervalo. O outro período de tempo foi entre as 9:30 e as 9:45, correspondendo às contagens fora da hora de ponta.

De acordo com as 8 medições no período da hora de ponta, sendo 4 em cada via, como mostram as figuras 26 e 27, retirou-se os seguintes dados:

- A velocidade máxima no conjunto das vias é de 54.4 Km/h, sendo a velocidade máxima na via mais lenta de 48.5 Km/h;
- A velocidade média é de 29 Km/h na via com a velocidade máxima e 33 Km/h na outra via, sendo a média das duas vias de 31 Km/h;
- O tempo médio de viagem no troço selecionado é praticamente igual nos dois sentidos, sendo a diferença de apenas 1 segundo, ou seja, demora-se 56 segundos em média numa das vias e 57 segundos na outra via;
- A distância média de percurso, pois é impossível medir exatamente a mesma distância em todas as contagens, é de 366 metros num sentido e 312 metros no outro sentido.



**Figura 26 - Variação das velocidades nas 4 medições na hora de ponta no sentido Marquês-Circunvalação**



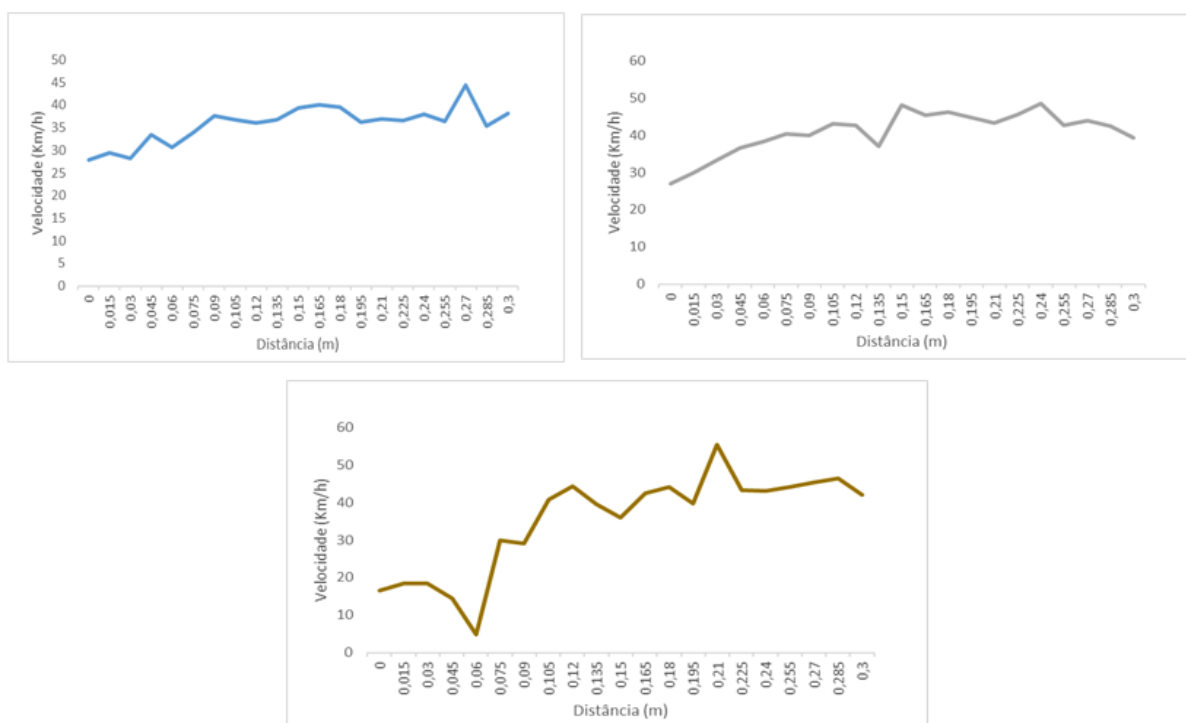
**Figura 27 - Variação das velocidades nas 4 medições na hora de ponta no sentido Circunvalação-Marquês**

De acordo com estes dados pode-se concluir que, no sentido Marquês-Circunvalação, é a via com a média de velocidade mais elevada, e por isso torna-se a direção com um tempo de percurso menor, apesar da distância de percurso média ser mais elevada e apesar de ter mais estacionamento ilegais por ser a via que tem do seu lado o colégio Júlio Dinis.

Nas 6 medições no período fora da hora de ponta, sendo elas 3 em cada via, em duas passagens, uma em cada sentido, os tempos foram muito influenciados pelo tráfego, como se pode comprovar nas figuras 28 e 29, e deste modo, decidiu-se então contabilizar apenas 4 medições fora da hora de ponta, sendo respetivamente 2 em cada via, retirando-se delas os seguintes dados:

- A velocidade máxima no conjunto das vias é de 48.5 Km/h, sendo a velocidade máxima na via mais lenta de 42.9 Km/h;
- A velocidade média é de 37.5 Km/h na via com a velocidade máxima e de aproximadamente 35 Km/h na via mais lenta, sendo a média das duas vias de 36.25 Km/h;
- O tempo médio de viagem no troço selecionado é de 32 segundos na via mais rápida, enquanto que na via do sentido contrário é de 34 segundos;

- A distância de percurso média, pois é impossível medir exatamente a mesma distância em todas as contagens, é de 306 metros num sentido e 298 metros no outro sentido.



**Figura 28 - Variação das velocidades nas 3 medições fora da hora de ponta no sentido Marquês-Circunvalação**



**Figura 29 - Variação das velocidades nas 3 medições fora da hora de pomta no sentido Circunvalação-Marquês**

Destes dados pode-se concluir que na via com sentido de Marquês-Circunvalação é a via com velocidades mais elevadas, tal como acontecia também na hora de ponta, tornando-se a via com um tempo de percurso menor e consequentemente uma via mais rápida.

O facto de estes valores refletirem que uma das vias é mais lenta, tanto na hora de ponta como fora da hora de ponta, tem como principal razão a via no sentido Circunvalação-Marquês ter um maior volume de veículos e ainda de ter um cruzamento a meio do percurso, o que leva a uma redução da velocidade de modo a prevenir e a assegurar uma maior segurança por parte do condutor.

No entanto, destes dados também se pode concluir que a diferença de velocidades da hora de ponta para o período fora da hora de ponta é muito díspar, havendo uma disparidade nas médias de 5 Km/h, sendo isto mesmo o que se espera comprovar com a simulação e com esta dissertação.

Conclui-se ainda que a média entre o período fora da hora de ponta e a hora de ponta é de 33.6 Km/h. O que indica que a calibração deve ser efetuada de modo a que a média ao longo do percurso seja idêntica a este valor.

#### 4.7. Calibração

Para esta calibração foi necessário verificar as velocidades em dois troços da via. Esses troços são definidos na seguinte figura, a figura 30.

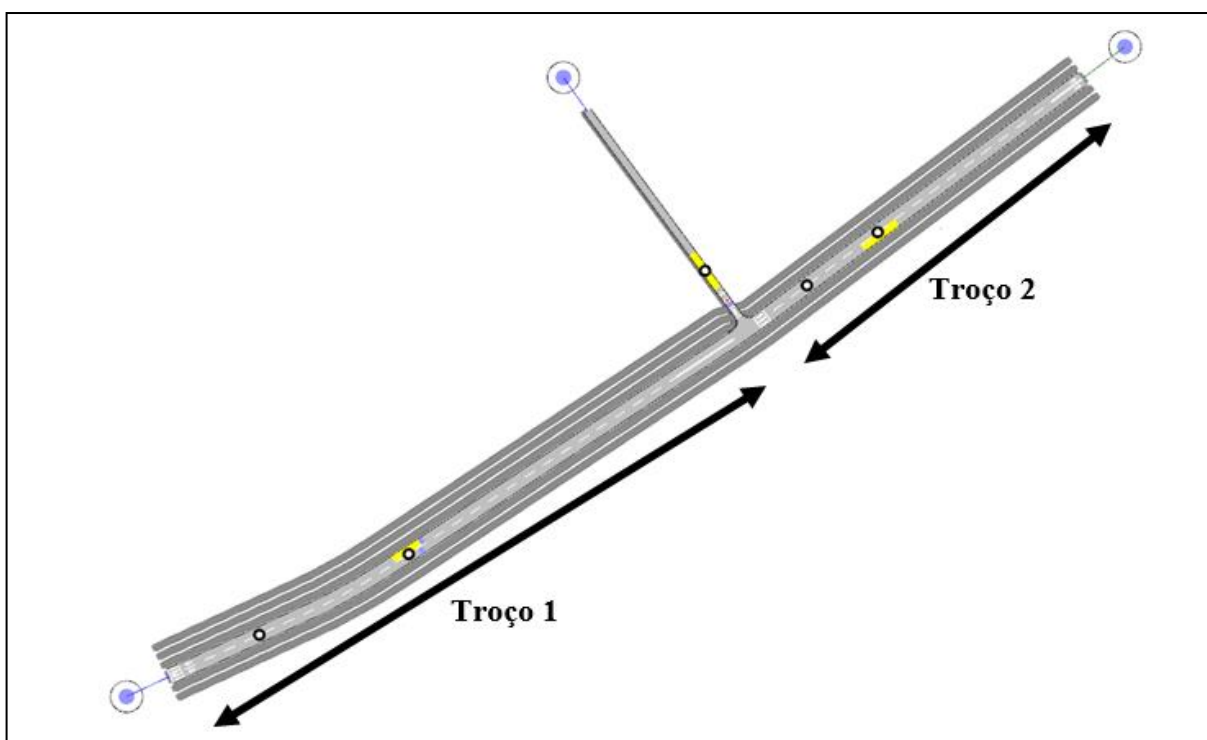
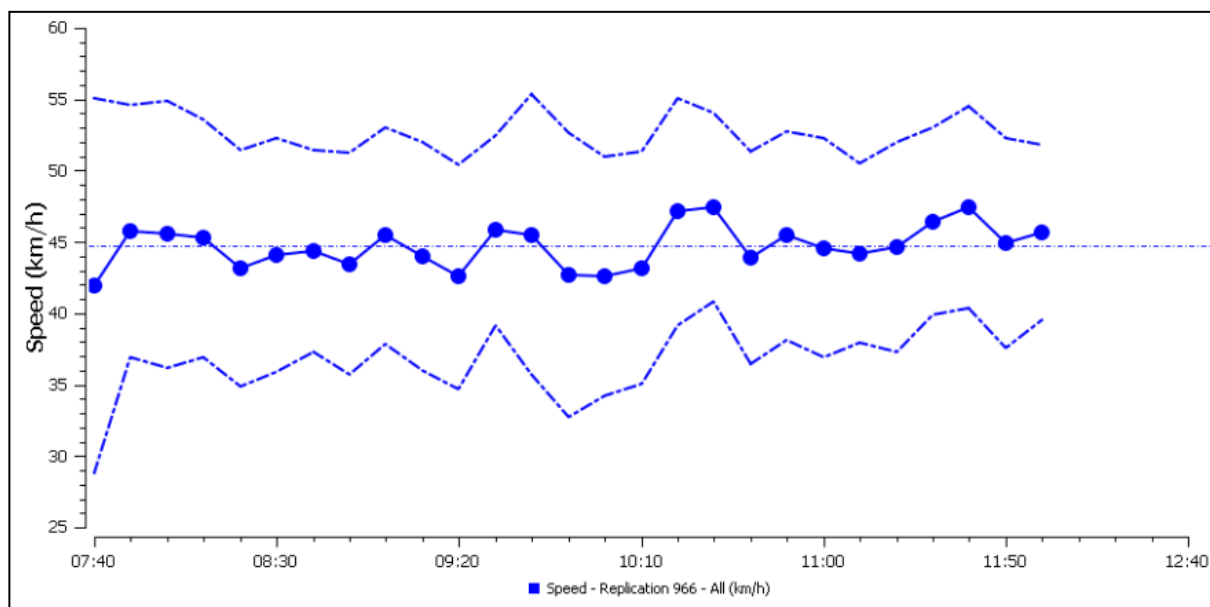


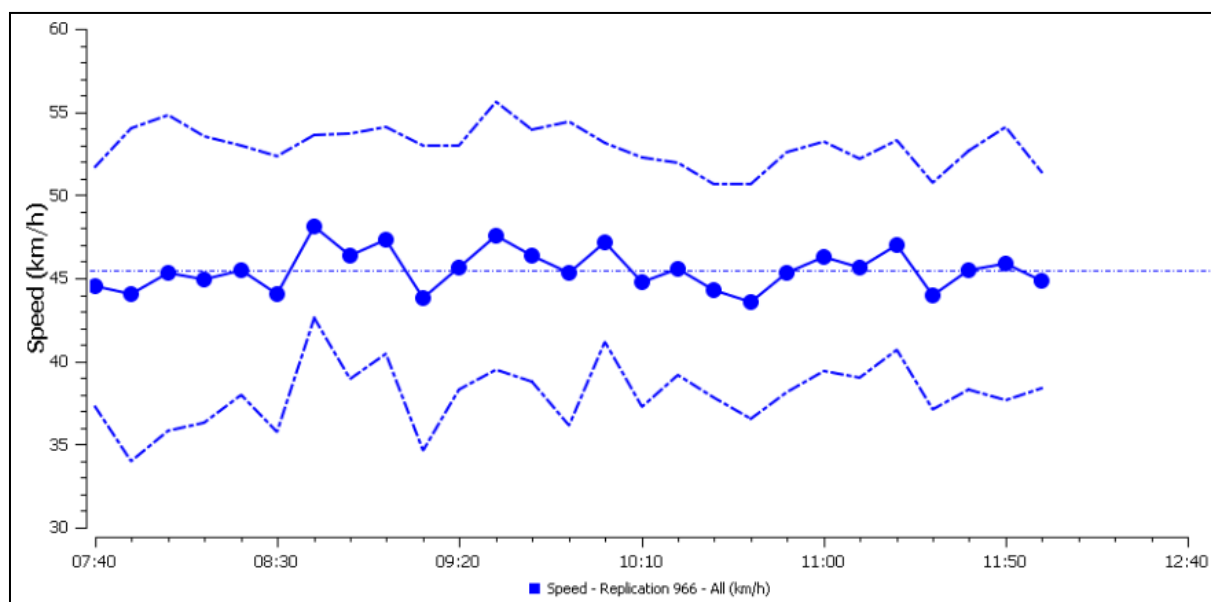
Figura 30 - Troços definidos para a calibração



A média das velocidades no troço 1 e 2, representadas nas figuras 31 e 32, respetivamente, antes de ocorrer a calibração eram de 44,6 Km/h e de 45,5 Km/h, respetivamente, a que corresponde uma média do conjunto dos dois torços de aproximadamente 45,1 Km/h.



**Figura 31 - Velocidades do troço 1 antes da calibração**



**Figura 32 - Velocidades do troço 2 antes da calibração**

A calibração consistiu na adaptação das velocidades dos veículos ligeiros, de modo a que estas fossem idênticas às que foram obtidas através do programa Geo Tracker- GPS Tracker, velocidades que já foram descritas num ponto anterior.

Esta calibração permitiu uma aproximação da realidade, uma vez que os veículos que o simulador irá colocar a circular irão assumir um comportamento idêntico ao que existe no terreno. Portanto, os veículos que irão circular no programa, representaram o veículo que executou as contagens no local de estudo.

Após a calibração, essas velocidades passaram a ser de 34,2 Km/h e de 34,9 Km/h, no troço 1 (figura 33) e 2 (figura 36), respectivamente. Com estas velocidades, obteve-se uma média de circulação no modelo de 34,6 Km/h.

Verificando as velocidades recolhidas na hora de ponta no troço 1, chegou-se a uma média de aproximadamente 28 Km/h, como mostra a figura 34, enquanto fora da hora de ponta no troço 1, chegou-se a uma média de velocidades de aproximadamente 34,5 Km/h, como mostra a figura 35. A média dos dois períodos representam um valor de 31,2 Km/h no troço 1, que comparando com a média obtida no programa, 34,2 Km/h, fica um pouco distante, representando uma diferença de, sensivelmente, 3 Km/h.

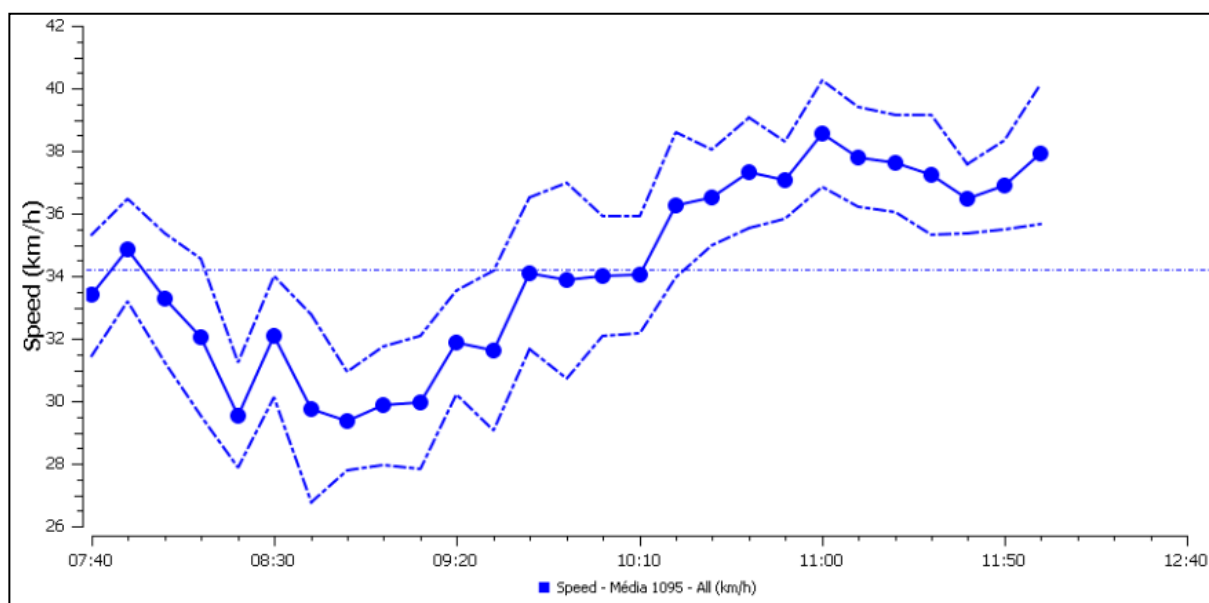
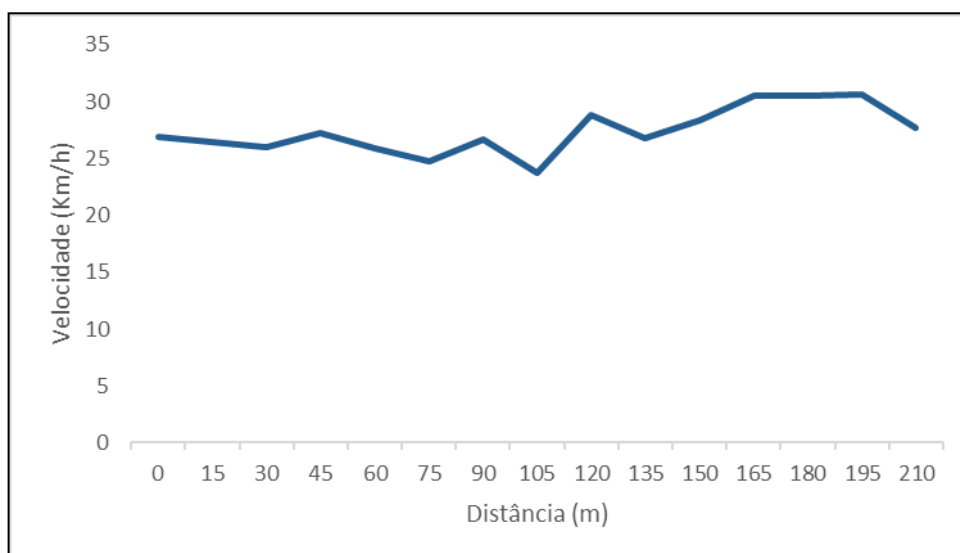
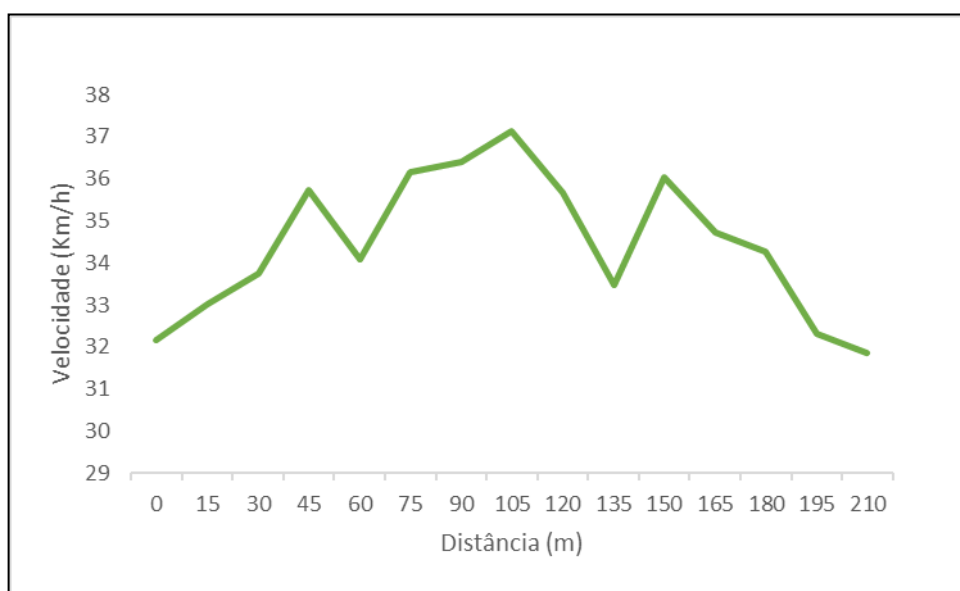


Figura 33 - Velocidades do troço 1 após a calibração



**Figura 34 - Médias das velocidades recolhidas no troço 1 na hora de ponta**



**Figura 35 - Média das velocidades recolhidas no troço 1 fora da hora de ponta**

Verificando as velocidades recolhidas na hora de ponta no troço 2, chegou-se a uma média de aproximadamente 34 Km/h, como mostra a figura 37, enquanto fora da hora de ponta no troço 1, chegou-se a uma média de velocidades de aproximadamente 38 Km/h, como mostra a figura 38. A média dos dois períodos representa um valor de 36 Km/h no troço 2, que comparando com a média obtida no programa, 34,9 Km/h, fica um pouco distante, representando uma diferença de, sensivelmente, 1 Km/h.

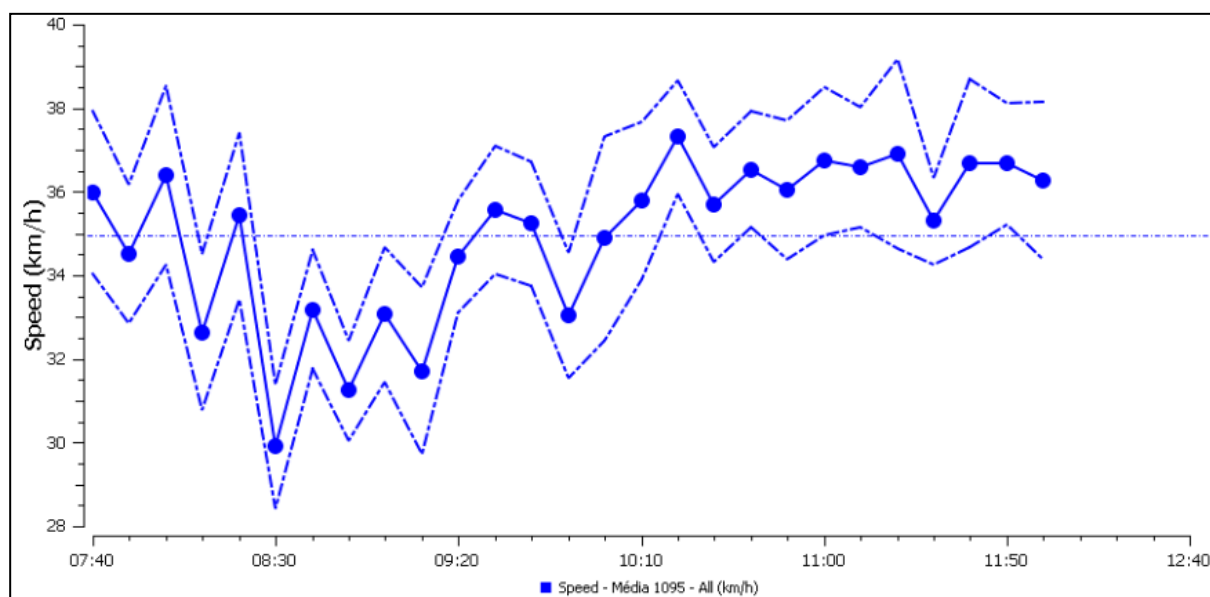


Figura 36 - Velocidades do troço 2 após a calibração

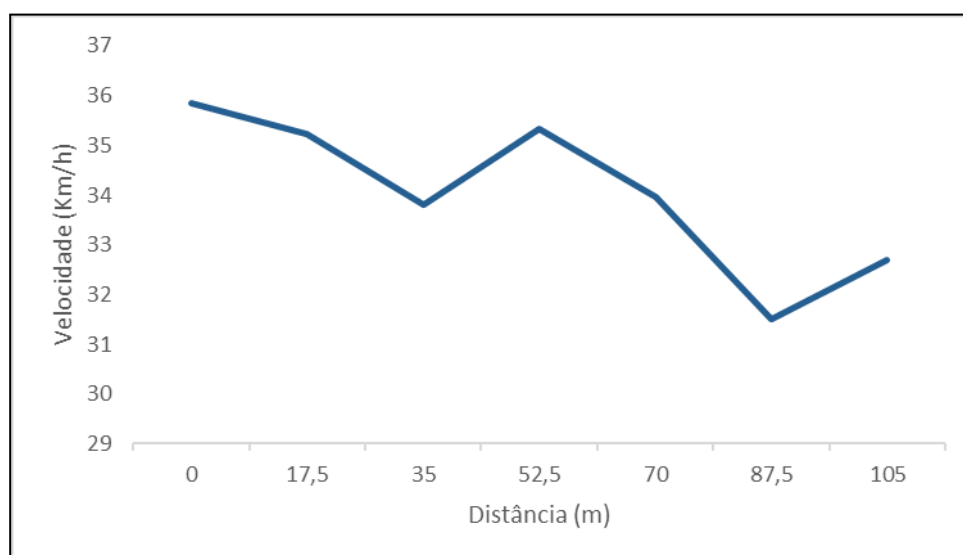


Figura 37 - Média das velocidades recolhidas no troço 2 na hora de ponta

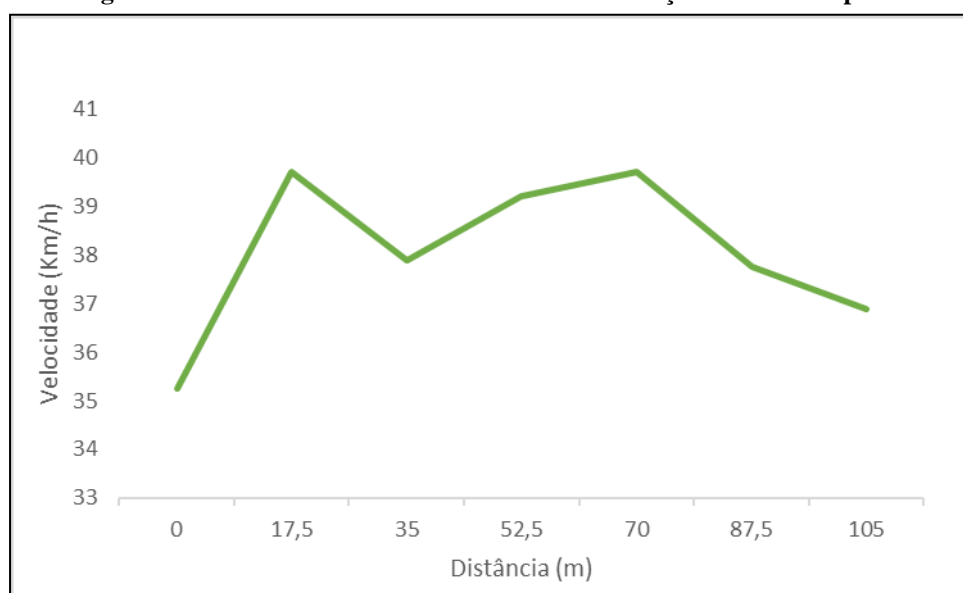


Figura 38 - Média das velocidades recolhidas no troço 2 fora da hora de ponta

Contudo, comparando a média das velocidades medidas, 33,6 Km/h, com a média obtida no programa, 34,6 Km/h, indica que estes valores são muito próximos, com uma diferença de 1 Km/h.

#### 4.8. Validação

De modo a proceder à validação do modelo foram numeradas as 3 entradas no troço em estudo na via, e as 2 saídas, indicadas na figura 39.

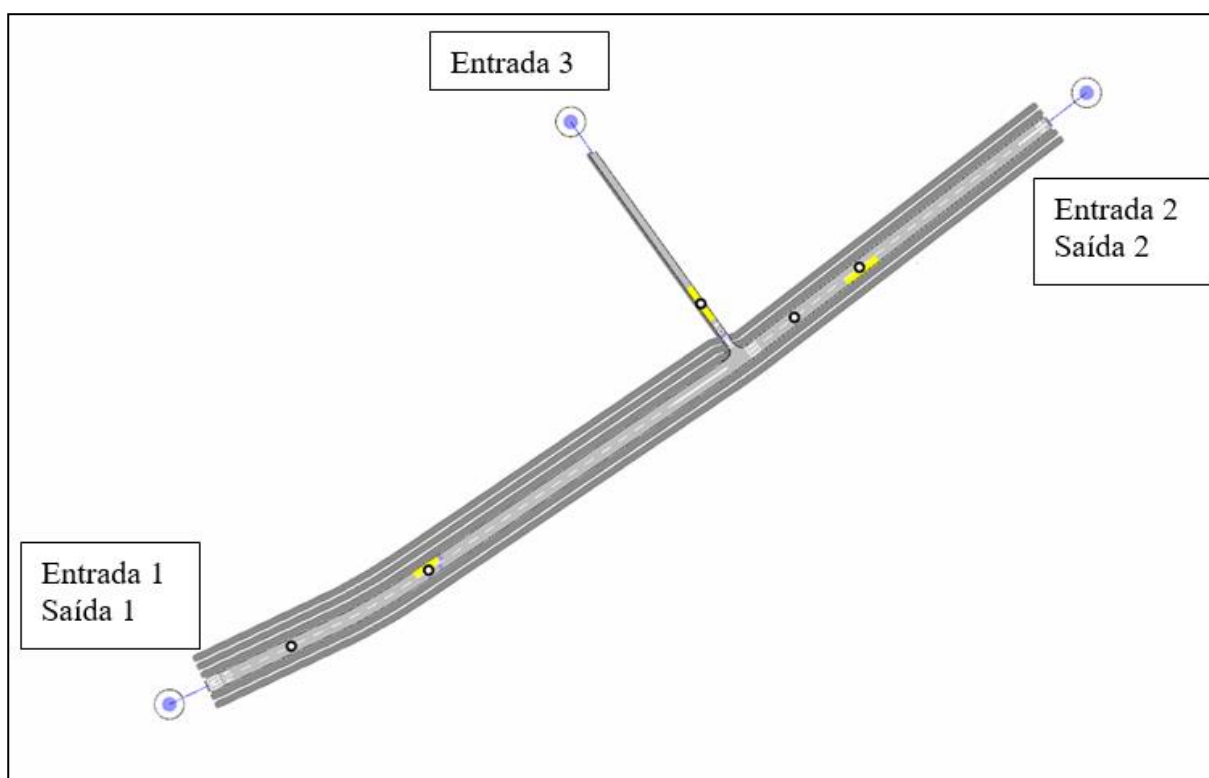
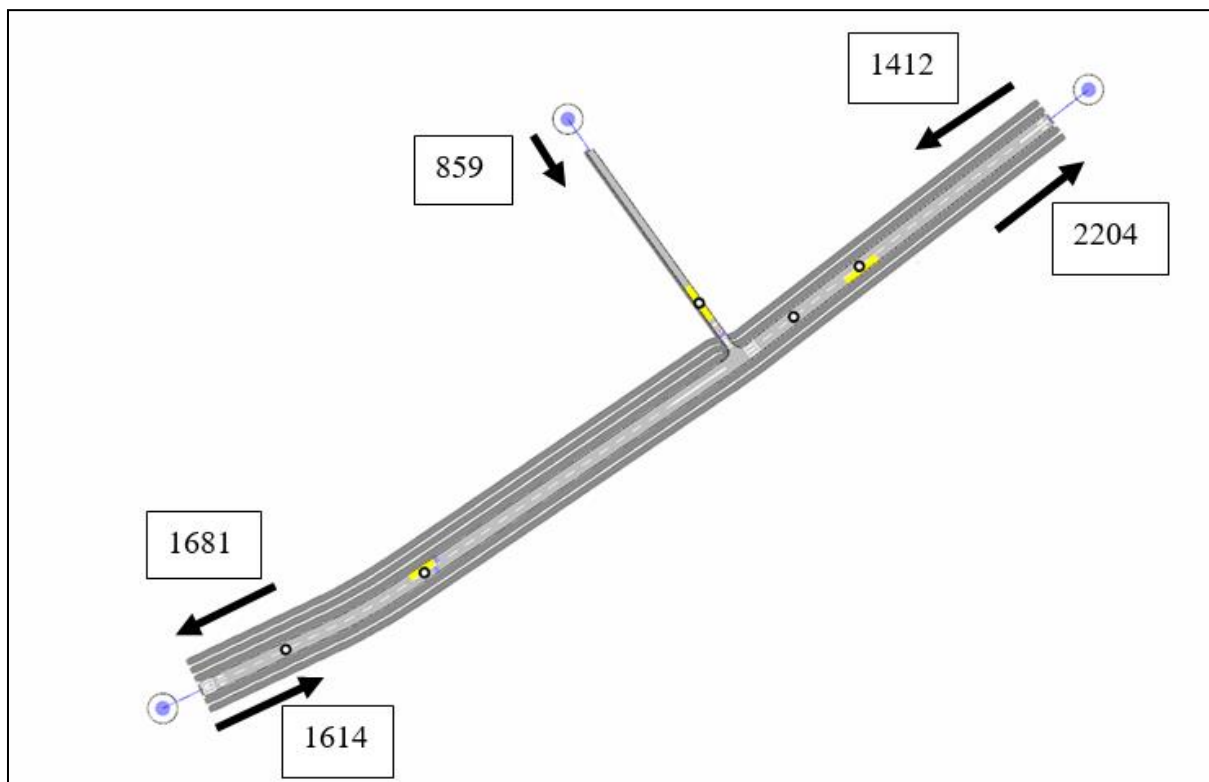


Figura 39 - Entradas e saídas do troço em estudo numeradas

Os valores recolhidos no terreno indicam que, entraram no troço em estudo, 3885 veículos, já no programa AIMSUN verifica-se que entraram 3910 veículos. O que indica que existe uma diferença de apenas 25 veículos durante as 4h e 30min da simulação.

Na entrada n.º 1, de acordo com os dados recolhidos no terreno (figura 40), verificou-se que entraram 1614 veículos no troço, enquanto que no programa AIMSUN (figura 41) entraram 1626 veículos, uma diferença de apenas 12 veículos. Na entrada n.º 2, verificou-se que entraram 1412 veículos, e no AIMSUN entraram mais 8 veículos, ou seja, 1420 veículos. Na entrada n.º 3, como é uma via de menor importância, o número de veículos que entraram é inferior, pois de acordo com os dados recolhidos no terreno entraram cerca de 859 veículos e no programa entraram 864 veículos.

Na saída n.º 1, saíram 1681 veículos, o que representa os 1412 veículos que entraram na entrada n.º 2, mais 269 veículos que entraram na entrada n.º 3 e que efetuaram a viragem na sua direção, já no programa AIMSUN, foram 1689 veículos que saíram do troço. Na saída n.º 2, saíram 2204 veículos, provenientes da entrada n.º 1 e da entrada n.º 3, enquanto que no programa saíram 2221 veículos.



**Figura 40 - Número de veículos que entram e saem do troço de acordo com os dados recolhidos no terreno**

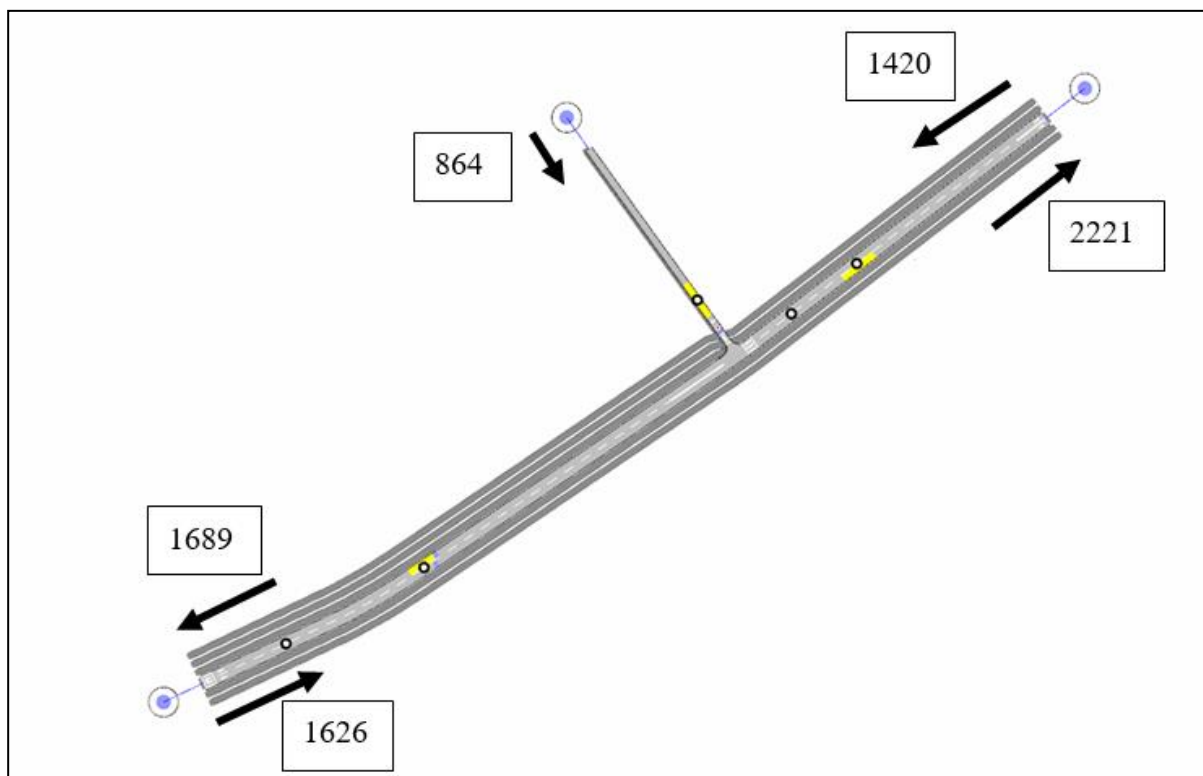


Figura 41 - Número de veículos que entram e saem do troço de acordo com o programa AIMSUN

Calculando o GEH em todas as entradas e saídas (quadro 4), obtém-se sempre valores inferiores a 5, aliás, neste caso até se obtém todos os valores inferiores a 1, o que indica que existe uma boa correspondência entre os valores recolhidos e os modelados, o que comprova que o modelo é válido.

Quadro 4 - Valores da validação

	Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Saída 1	Saída 2
<b>Valores Reais (veíc.)</b>	1614	1412	859	1681	2204
<b>Valores do AIMSUN (veíc.)</b>	1626	1420	864	1689	2221
<b>GEH</b>	0.298142	0.212598	0.17035	0.19489	0.361416
<b>Diferença (veíc.)</b>	12	8	5	8	17

## 4.9. Cenários

A identificação da melhor solução consistiu num estudo rigoroso de modo a verificar qual seria a solução que menos constrangimento iria trazer para o trânsito e para os comerciantes que estão localizados nas proximidades, uma solução que melhorasse significativamente a segurança com que os encarregados de educação deixam os seus educandos e ainda uma solução que conseguisse combater a ilegalidade do estacionamento que acontece naquele local da cidade do Porto.

Para o combate ao estacionamento ilegal junto a escolas/creches deve-se procurar localizar as escolas/creches em arruamentos urbanos, onde prevaleça a função de acesso. Devem ser elaborados planos de transporte com as escolas/creches e devem ser criadas ações de formação e sensibilização aos pais e alunos. Como, geralmente, não é possível proceder a alterações físicas da infraestrutura nas vias urbanas, surge então a necessidade do uso partilhado dos locais existentes.

Poderia ser uma partilha a tempo inteiro uma vez que o período de utilização destes lugares para as cargas e descargas não coincide com o período em que os encarregados de educação efetuam a tomada e largada de crianças. No entanto, seria muito complicado controlar o estacionamento ilegal durante todo o dia, tal como acontece agora que, apesar de ser proibido, outros condutores estacionam ilegalmente.

No entanto existe outra alternativa, e esta entendeu-se que seja a mais indicada, sendo que consiste na continuação da proibição do estacionamento entre as 8h e as 19h, mas no período entre as 7:30h e as 9:30h e entre as 17h e as 19h poderiam estar afetos à tomada e largada de crianças, uma vez que são estes os períodos em que os encarregados de educação procuram o estacionamento no local em estudo, e os veículos de mercadorias destinados às cargas e descargas teriam ainda 7h em que os lugares eram apenas destinados a eles e apenas 4 horas em que teriam de partilhar os lugares antes destinados exclusivamente a eles.

Nesse sentido optou-se por efetuar três cenários, um cenário base em que o estacionamento ilegal ocorre maioritariamente em segunda fila, um outro cenário em que não ocorre nenhum incidente, também definido de cenário ideal, e um cenário em que apenas existem os estacionamentos em segunda fila e os veículos dos encarregados de educação que estacionam nos locais de cargas e descargas são legais.



#### 4.9.1. Cenário base

Este cenário corresponde ao cenário base, onde serão representados os estacionamento em segunda fila (figura 42).

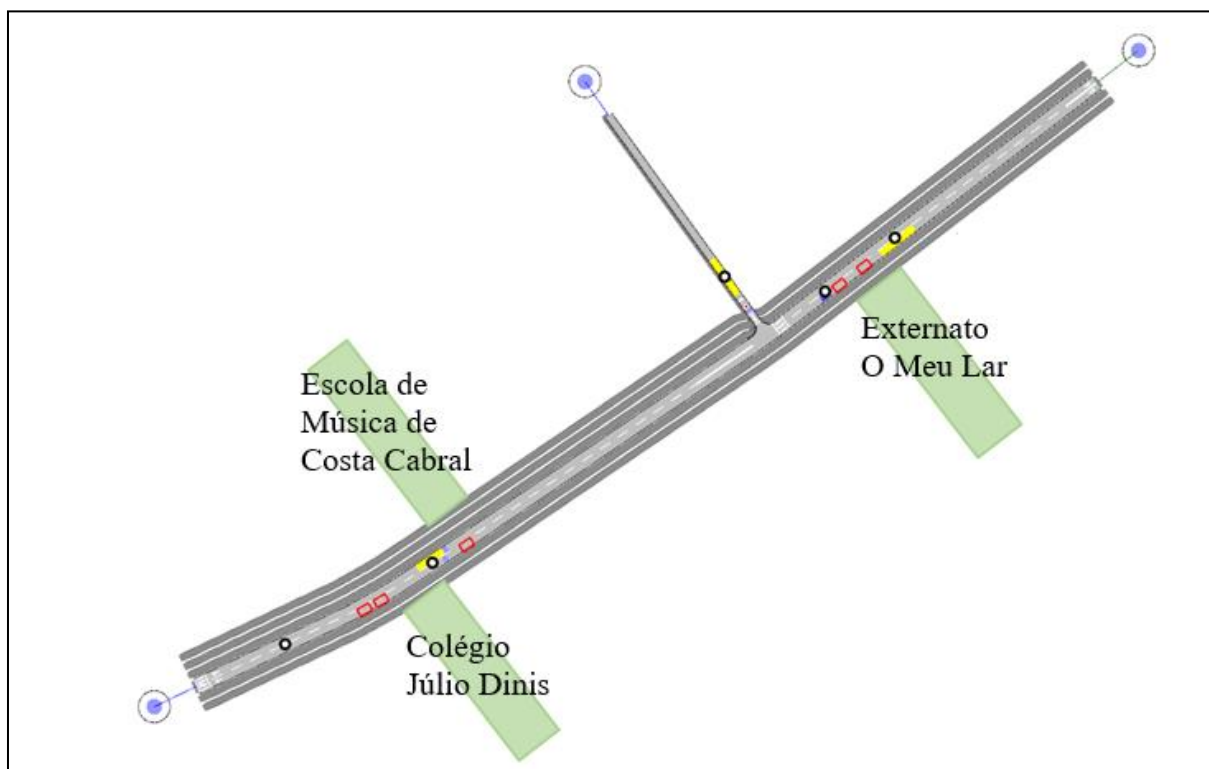


Figura 42 - Cenário base

#### 4.9.2. Cenário sem incidentes na via

O cenário que se segue é o cenário ideal, correspondendo à via sem qualquer incidente e com uma boa fluidez do tráfego rodoviário (figura 43).

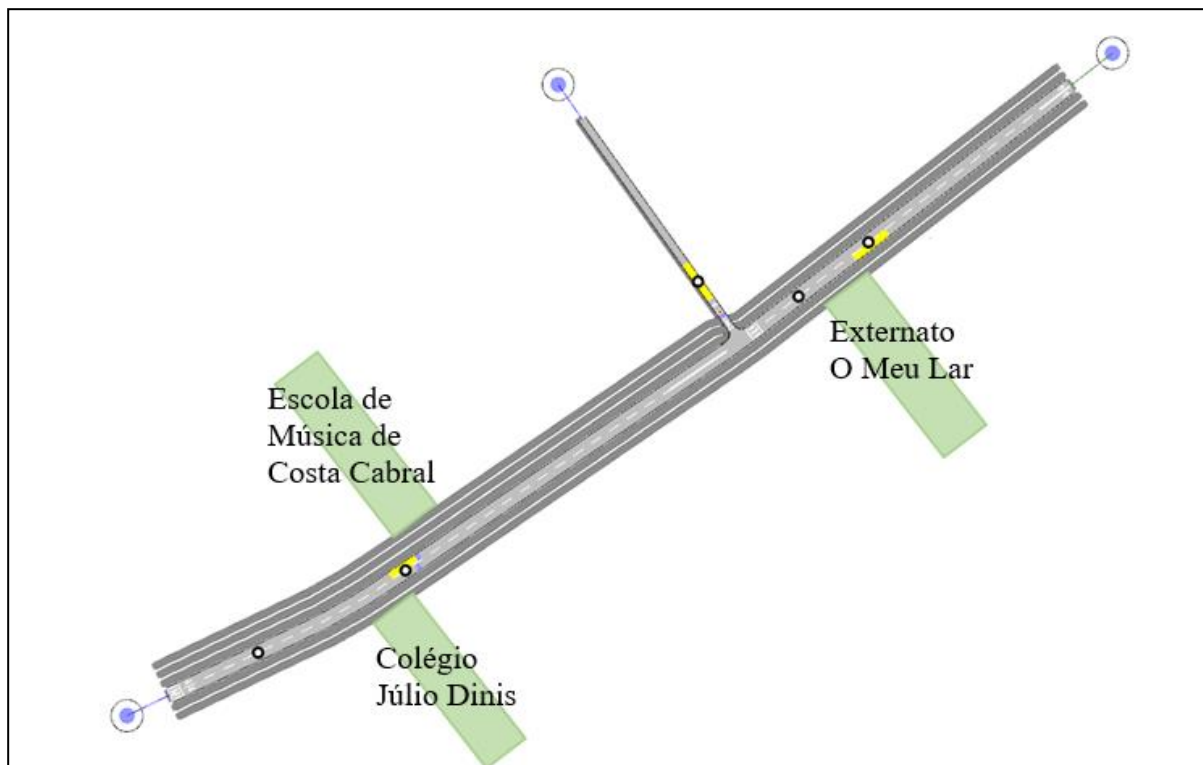
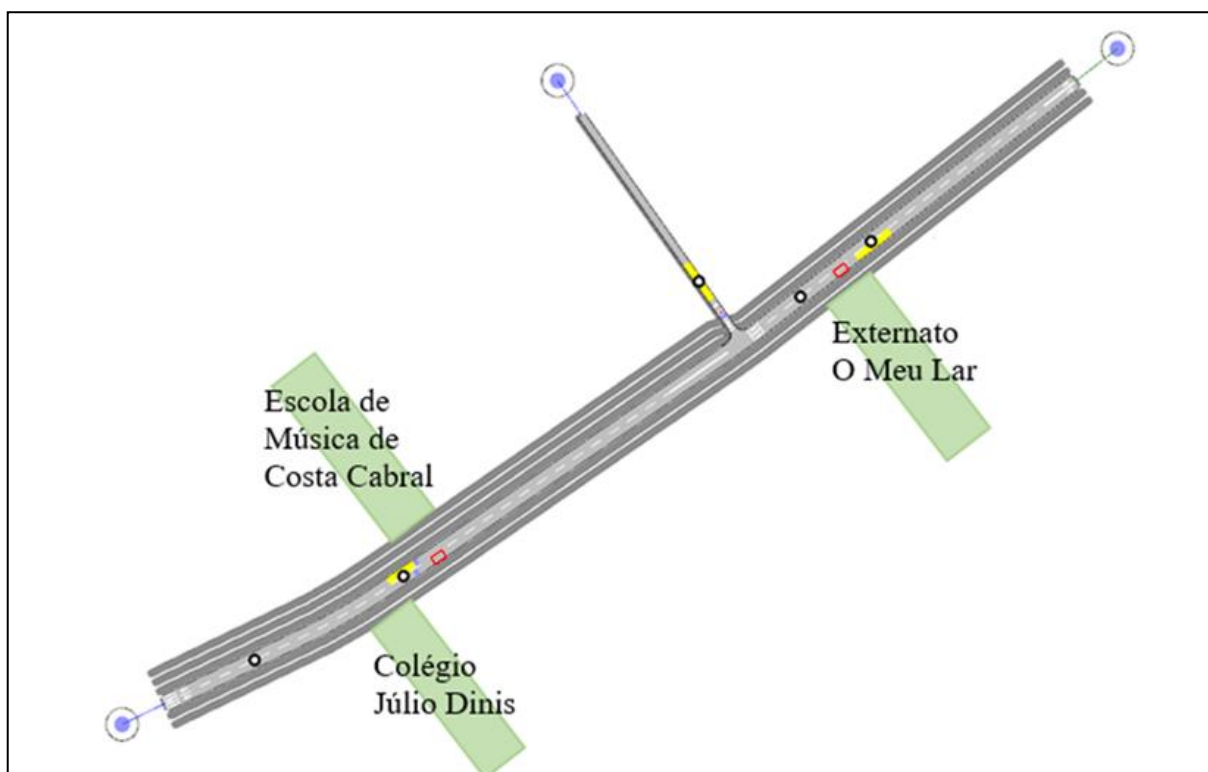


Figura 43 - Cenário ideal

#### 4.9.3. Cenário de partilha dos lugares destinados às cargas e descargas

Simulando a partilha dos lugares, correspondendo à simulação da via com alguns os estacionamento ilegais em segunda fila, visto que os lugares destinados às cargas e descargas já podem ser utilizados pelos encarregados de educação (figura 44).



**Figura 44 - Cenário de partilha dos lugares destinados às cargas e descargas**

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Resultados dos cenários estudados

#### 5.1.1. Resultados do cenário base

Os valores obtidos deste cenário são os apresentados no quadro 5.

**Quadro 5 - Valores obtidos do programa AIMSUN no cenário base**  
**Valores obtidos do programa AIMSUN antes de criar lugares de partilha**

Séries Temporais	Valor	Desvio Padrão	Unidades
Densidade - Todos	12	0,4	veíc/km
Densidade - Ligeiros	10	0,3	veíc/km
Densidade - Mercadorias	2	0,1	veíc/km
Densidade - Autocarros	1	0,1	veíc/km
Atraso - Todos	123	6,5	s/km
Atraso - Ligeiros	124	6,8	s/km
Atraso - Mercadorias	121	17,3	s/km
Atraso - Autocarros	109	16,9	s/km
Tempo de Viagem - Todos	218	6,8	s/km
Tempo de Viagem - Ligeiros	218	6,9	s/km
Tempo de Viagem - Mercadorias	206	17,6	s/km
Tempo de Viagem - Autocarros	254	16,3	s/km
Velocidade - Todos	27	0,3	km/h
Velocidade - Ligeiros	27	0,3	km/h
Velocidade - Mercadorias	29	0,6	km/h
Velocidade - Autocarros	24	0,7	km/h

### 5.1.2. Resultados do cenário sem incidentes na via (Cenário ideal)

Os valores obtidos através do programa AIMSUN para este cenário são os apresentados no quadro 6.

**Quadro 6 - Valores obtidos do programa AIMSUN no cenário sem incidentes na via**  
**Valores obtidos do programa AIMSUN sem incidentes na via**

<b>Séries Temporais</b>	<b>Valor</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Unidades</b>
<b>Densidade - Todos</b>	8	0,5	veíc/km
<b>Densidade - Ligeiros</b>	7	0,4	veíc/km
<b>Densidade - Mercadorias</b>	1	0,1	veíc/km
<b>Densidade - Autocarros</b>	1	0	veíc/km
<b>Atraso - Todos</b>	57	9,7	s/km
<b>Atraso - Ligeiros</b>	58	10,7	s/km
<b>Atraso - Mercadorias</b>	60	9,1	s/km
<b>Atraso - Autocarros</b>	28	3,4	s/km
<b>Tempo de Viagem - Todos</b>	152	9,8	s/km
<b>Tempo de Viagem - Ligeiros</b>	152	10,8	s/km
<b>Tempo de Viagem - Mercadorias</b>	145	8,9	s/km
<b>Tempo de Viagem - Autocarros</b>	162	5	s/km
<b>Velocidade - Todos</b>	31	0,3	km/h
<b>Velocidade - Ligeiros</b>	31	0,4	km/h
<b>Velocidade - Mercadorias</b>	33	0,4	km/h
<b>Velocidade - Autocarros</b>	28	0,5	km/h

### 5.1.3. Resultados do cenário da partilha dos lugares de estacionamento destinados às cargas e descargas

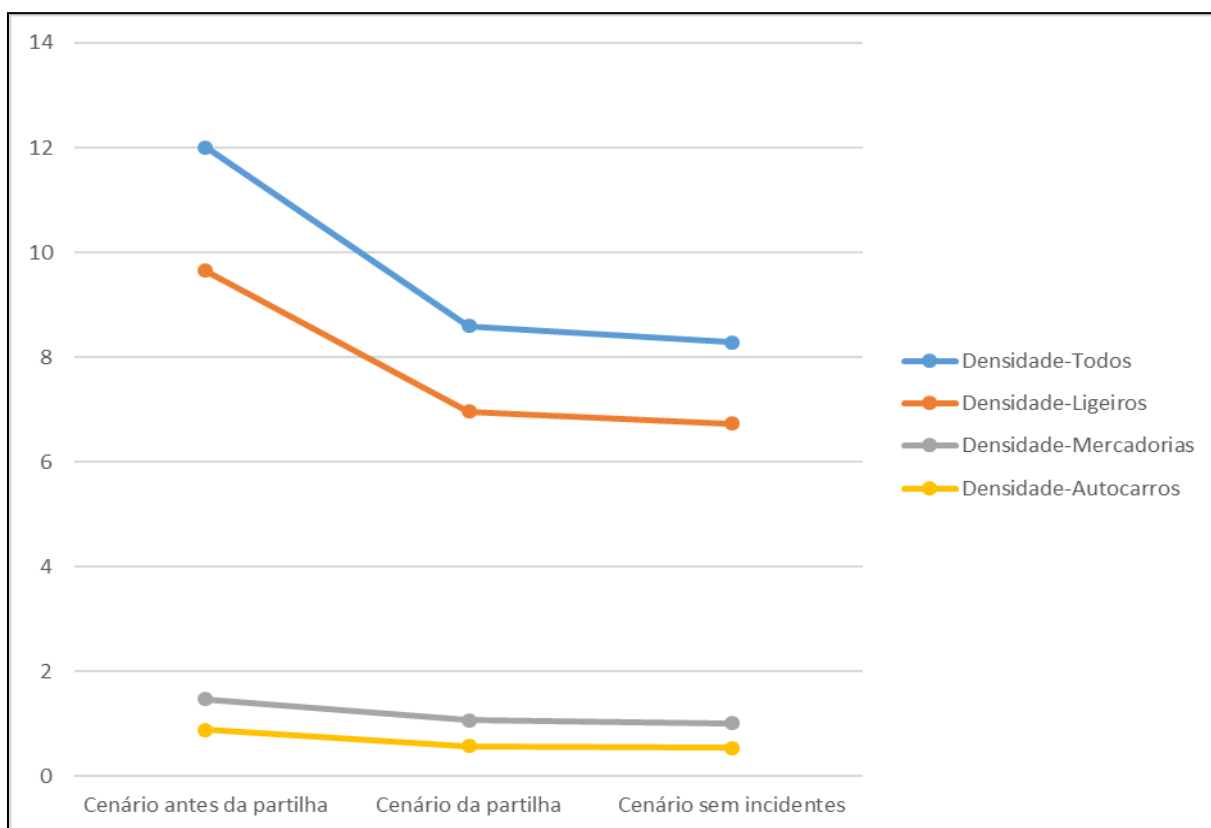
Obteve-se os seguintes valores do programa AIMSUN, como mostra o quadro 7, da simulação da partilha dos lugares destinados às cargas e descargas:

**Quadro 7 - Valores obtidos do programa AIMSUN com a partilha dos lugares destinados às cargas e descargas**

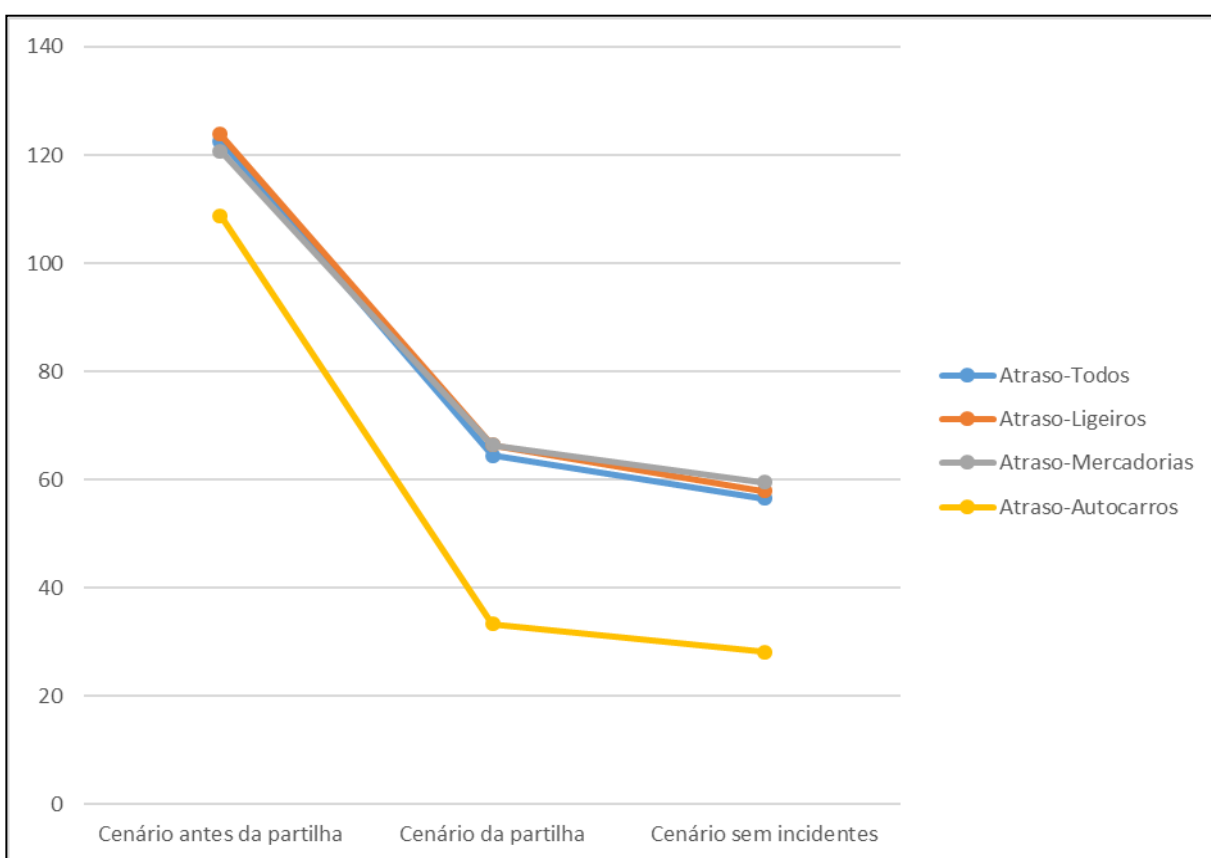
Valores obtidos do programa AIMSUN depois de criar lugares de partilha			
Séries Temporais	Valor	Desvio Padrão	Unidades
Densidade - Todos	9	0,5	veíc/km
Densidade - Ligeiros	7	0,4	veíc/km
Densidade - Mercadorias	1	0,1	veíc/km
Densidade - Autocarros	1	0	veíc/km
Atraso - Todos	65	9,9	s/km
Atraso - Ligeiros	66	10,6	s/km
Atraso - Mercadorias	66	10,1	s/km
Atraso - Autocarros	33	4	s/km
Tempo de Viagem - Todos	159	9,9	s/km
Tempo de Viagem - Ligeiros	160	10,5	s/km
Tempo de Viagem - Mercadorias	152	10	s/km
Tempo de Viagem - Autocarros	166	5,2	s/km
Velocidade - Todos	30	0,3	km/h
Velocidade - Ligeiros	30	0,3	km/h
Velocidade - Mercadorias	32	0,5	km/h
Velocidade - Autocarros	27	0,5	km/h

## 5.2. Discussão dos resultados

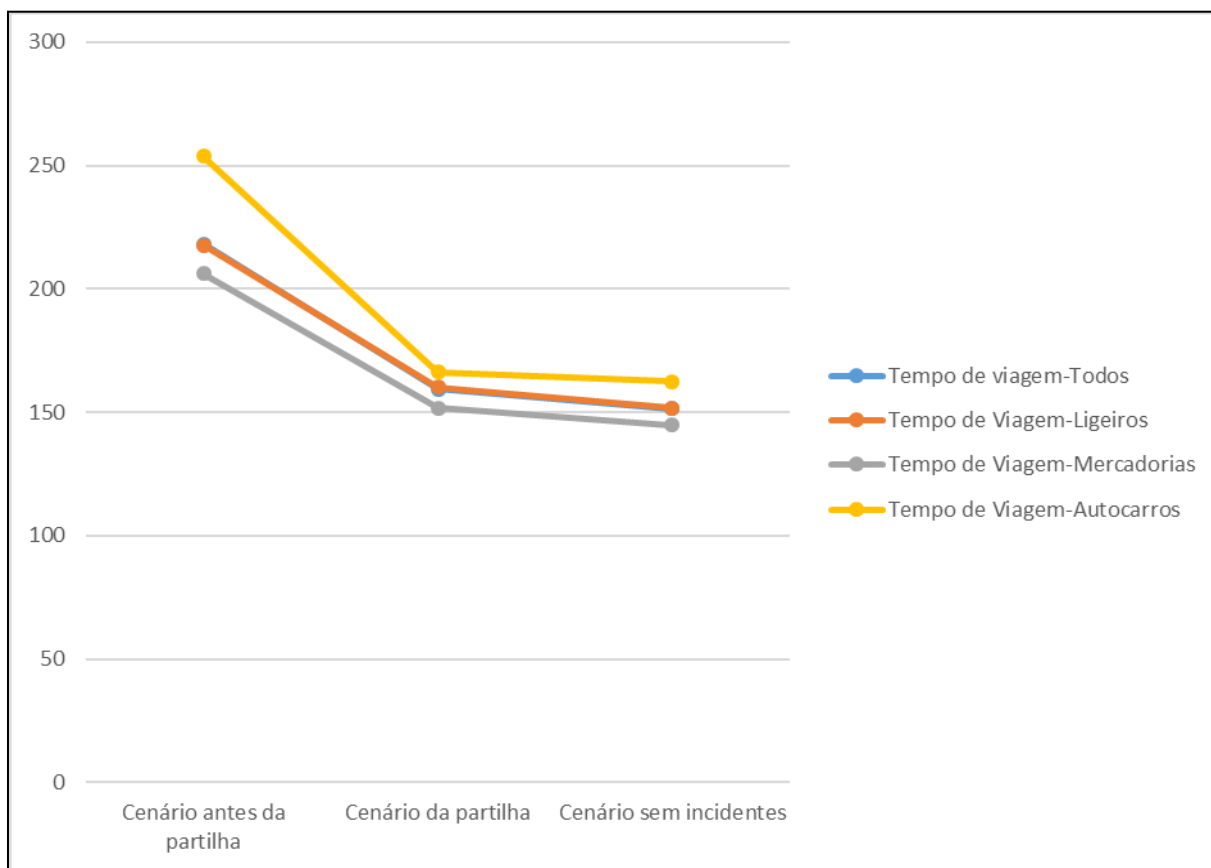
Com base nos resultados obtidos pelas simulações dos 3 cenários podem-se fazer algumas comparações e tirar algumas conclusões, resultados que são representados em gráficos nas figuras 45, 46, 47 e 48.



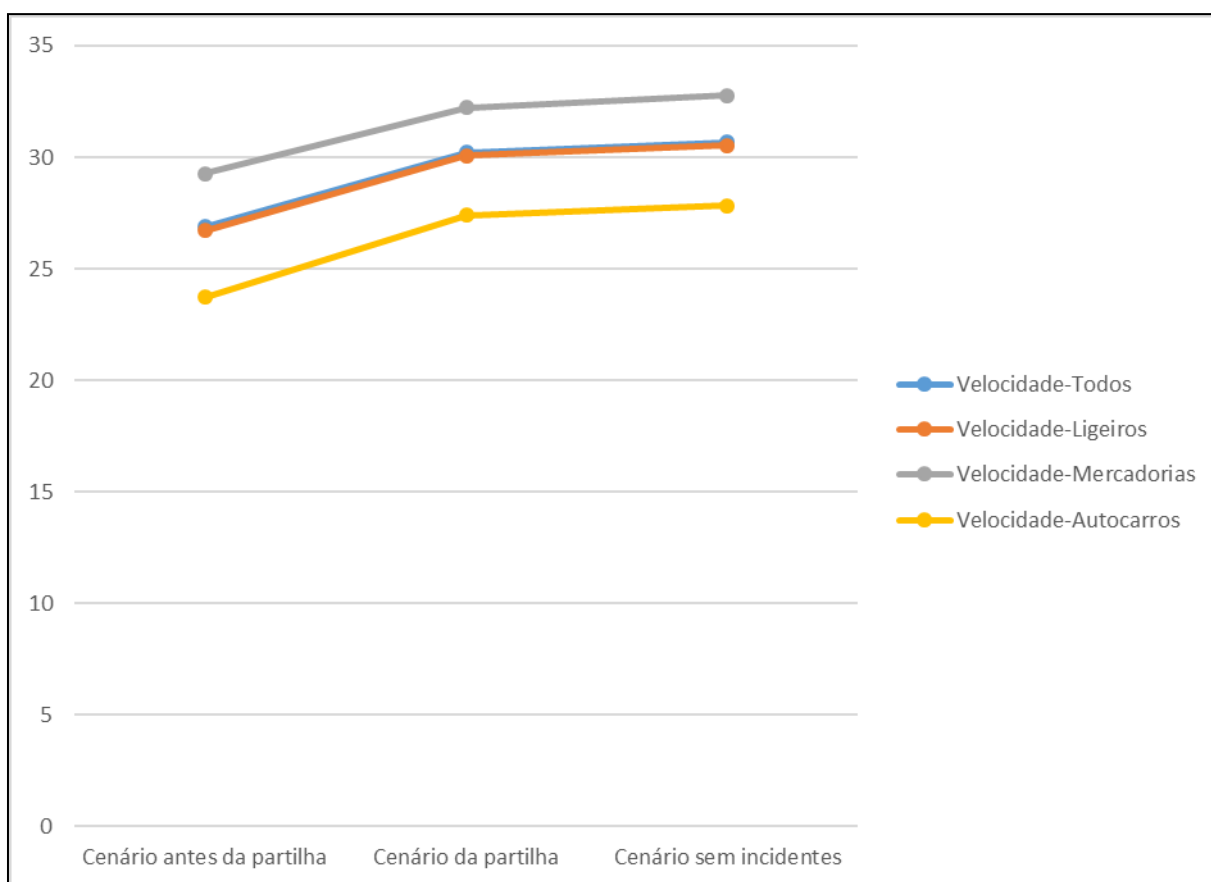
**Figura 45 - Comparação da densidade entre as três tipologias de veículos nos três cenários**



**Figura 46 - Comparação do atraso entre as três tipologias de veículos nos três cenários**



**Figura 47 - Comparação do tempo de viagem entre as três tipologias de veículos nos três cenários**



**Figura 48 - Comparação da velocidade entre as três tipologias de veículos nos três cenários**

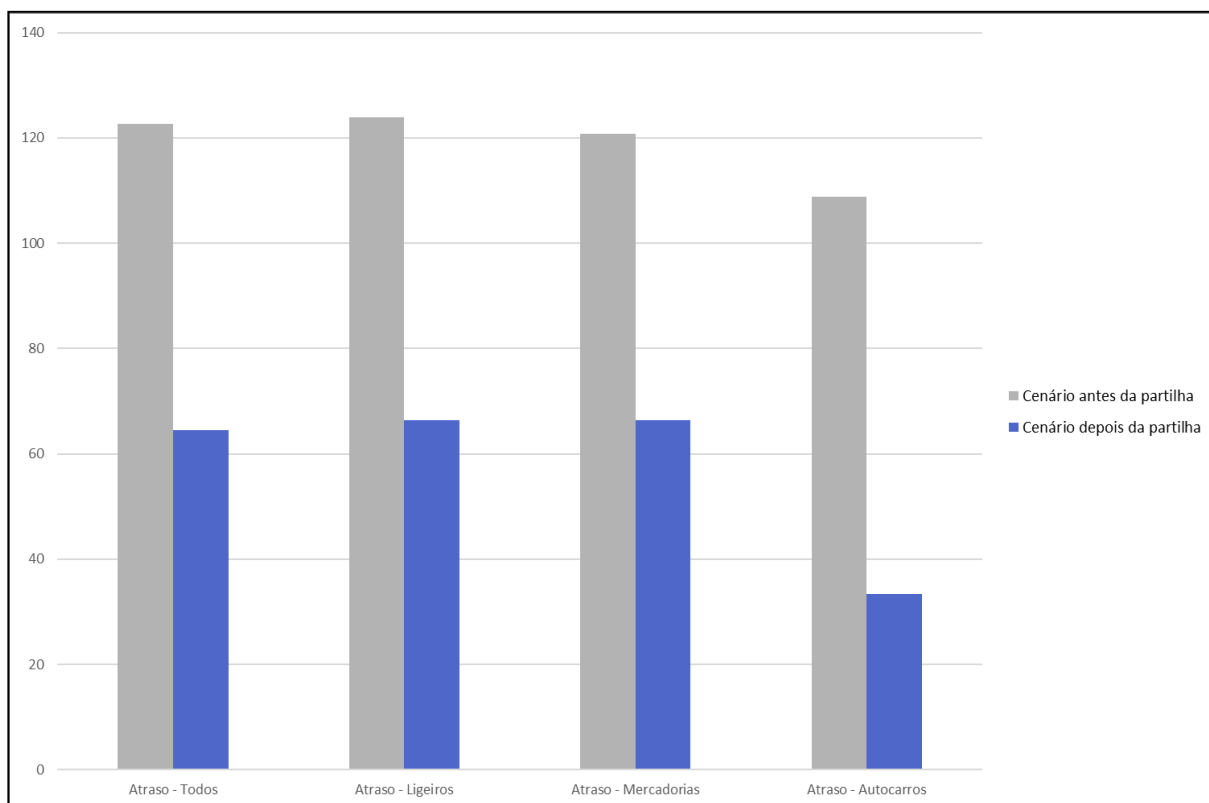


Comparando-se a situação antes da existência dos lugares de partilha, e depois da partilha desses mesmos lugares, como mostra o quadro 8 e as figuras 49, 50, 51 e 52, verifica-se que se tem uma percentagem de ganhos a todos os níveis, como por exemplo, a densidade de todos os veículos na via reduz-se em 25%, o que traduz uma redução de 3 veíc/km. O atraso e o tempo de viagem têm uma melhoria muito significativa, uma vez que o atraso se reduz praticamente para metade do tempo, e o tempo de viagem tem uma redução de 27%.

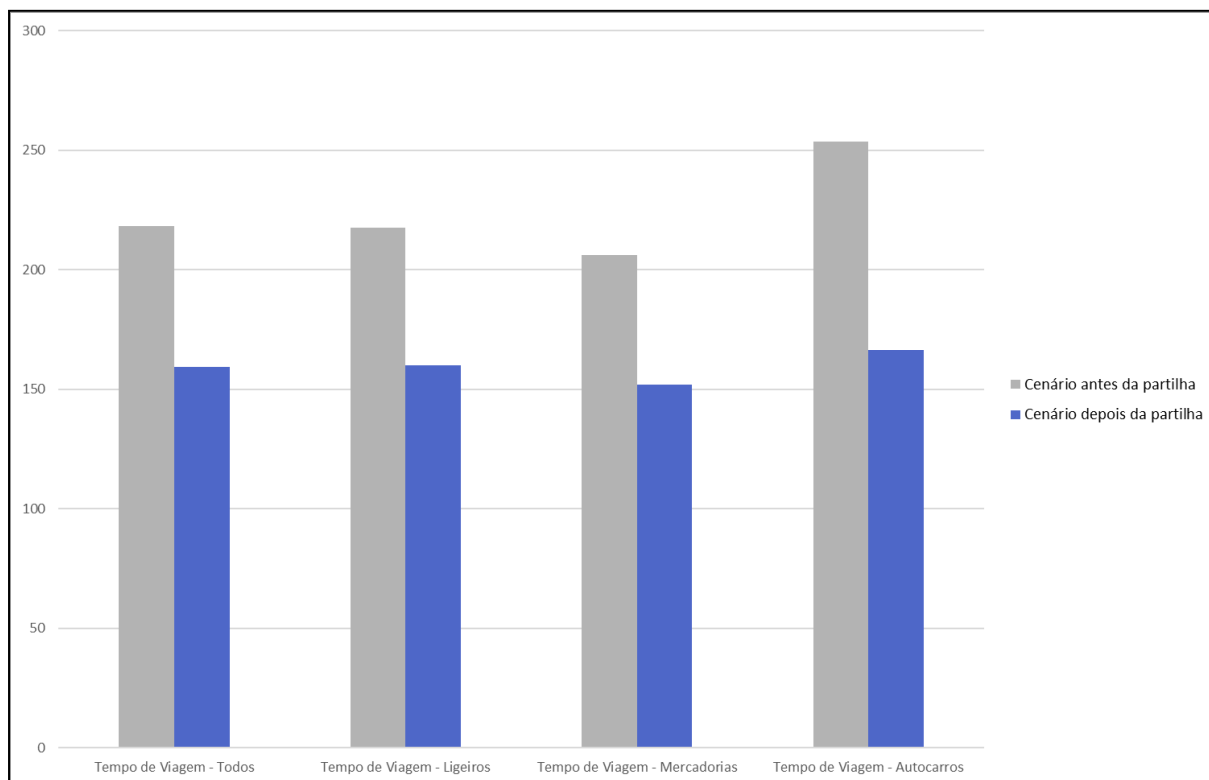
A velocidade também tem um ganho, no entanto é dos parâmetros que menos beneficia com esta partilha, se bem que não é nada que seja alarmante, uma vez que a velocidade nos centros urbanos deve ser controlada e como referido anteriormente, muitas das cidades pelo mundo estão a reduzir a velocidade nos seus centros para 30 km/h, e coincidentemente, a velocidade passou para 30 km/h em todos os veículos, enquanto, antes dos lugares de partilha, era de aproximadamente 27 km/h. Traduzindo um ganho de 11% no geral.

**Quadro 8 - Comparação entre a situação antes e depois da partilha dos lugares destinados às cargas e descargas**

Séries Temporais	Valores do cenário base	Valores do cenário depois da partilha	Variação (Uni.)	Ganho (%)	Unidades
Densidade - Todos	12	9	-3	25%	veíc/km
Densidade - Ligeiros	10	7	-3	30%	veíc/km
Densidade - Mercadorias	2	1	-1	50%	veíc/km
Densidade - Autocarros	1	1	0	0%	veíc/km
Atraso - Todos	123	65	-58	47%	s/km
Atraso - Ligeiros	124	66	-58	47%	s/km
Atraso - Mercadorias	121	66	-55	45%	s/km
Atraso - Autocarros	109	33	-76	70%	s/km
Tempo de Viagem - Todos	218	159	-59	27%	s/km
Tempo de Viagem - Ligeiros	218	160	-58	27%	s/km
Tempo de Viagem - Mercadorias	206	152	-54	26%	s/km
Tempo de Viagem - Autocarros	254	166	-88	35%	s/km
Velocidade - Todos	27	30	3	11%	km/h
Velocidade - Ligeiros	27	30	3	11%	km/h
Velocidade - Mercadorias	29	32	3	10%	km/h
Velocidade - Autocarros	24	27	3	13%	km/h



**Figura 49 - Comparação dos valores do atraso antes e depois da partilha**



**Figura 50 - Comparação dos valores do tempo de viagem antes e depois da partilha**

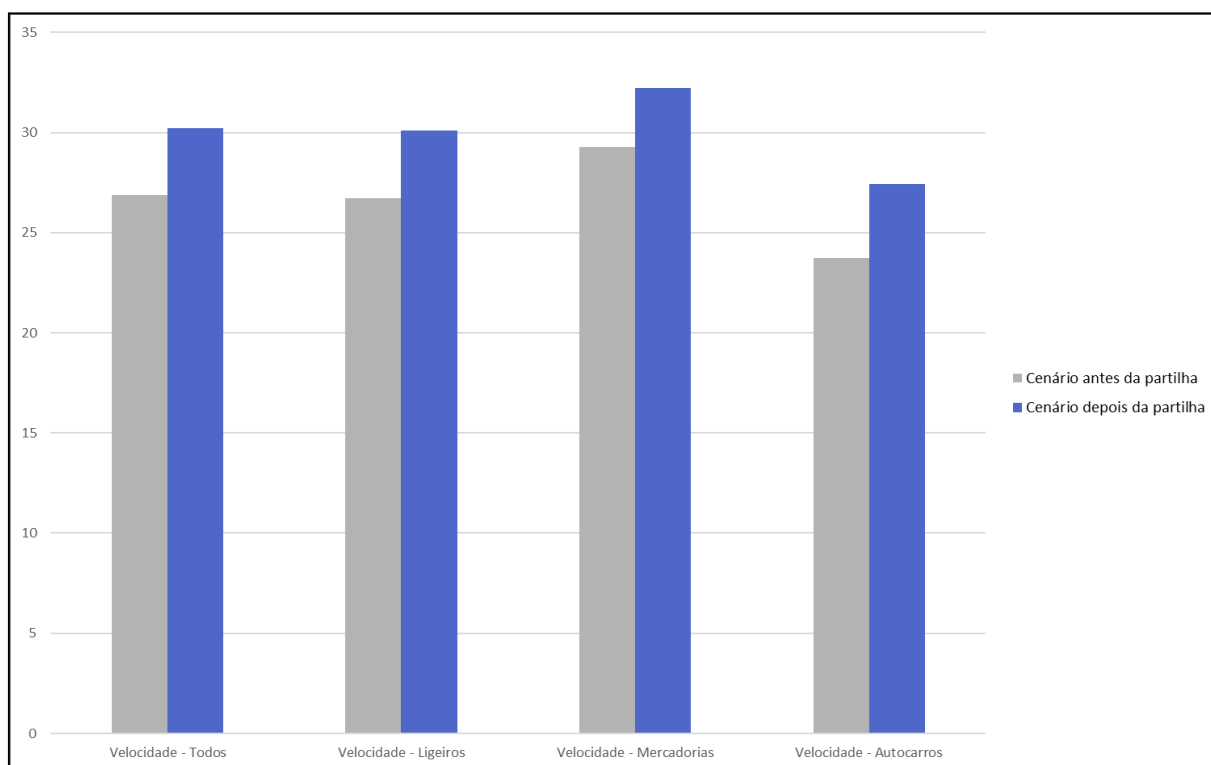


Figura 51 - Comparação dos valores da velocidade antes e depois da partilha

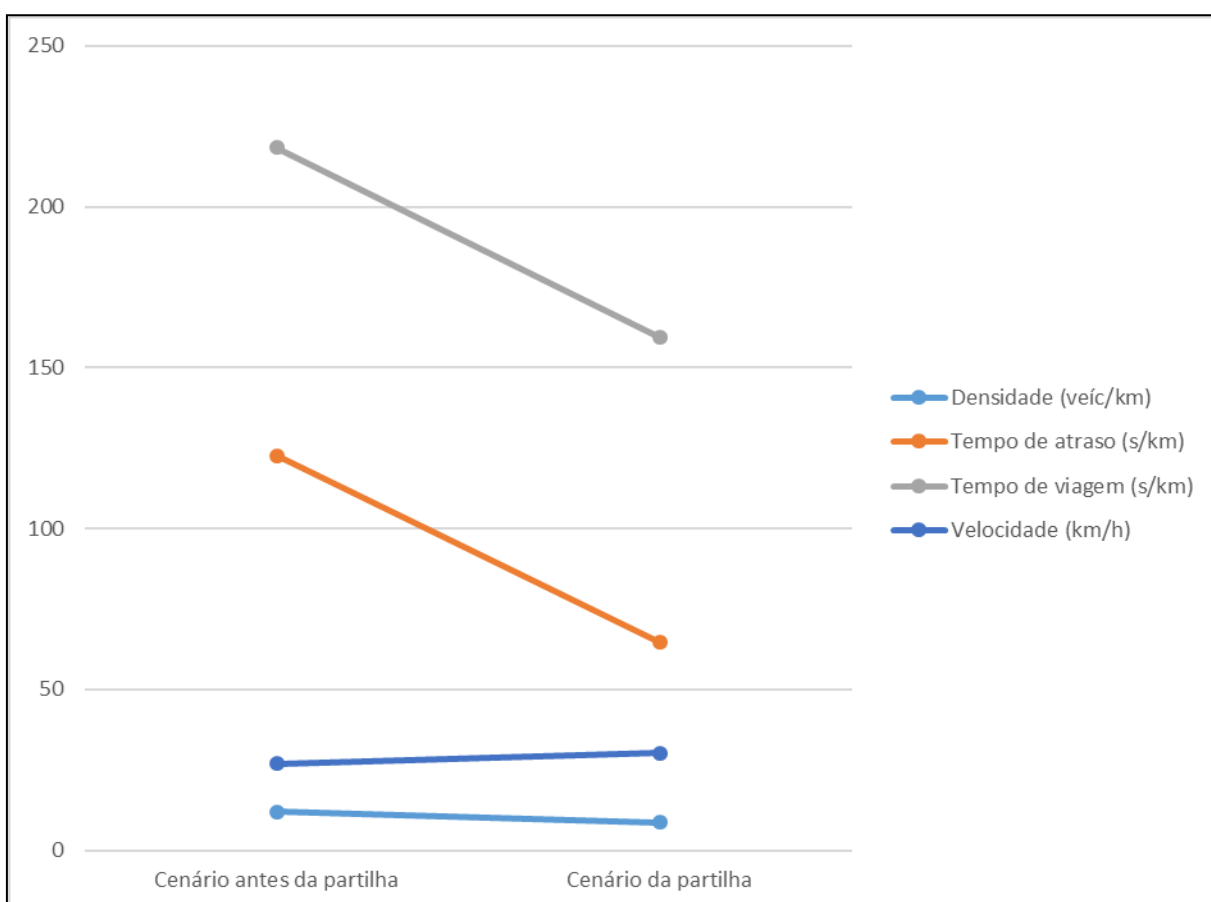


Figura 52 - Gráfico com a comparação entre o cenário base e o cenário de partilha (valores de todos os veículos em cada série temporal)

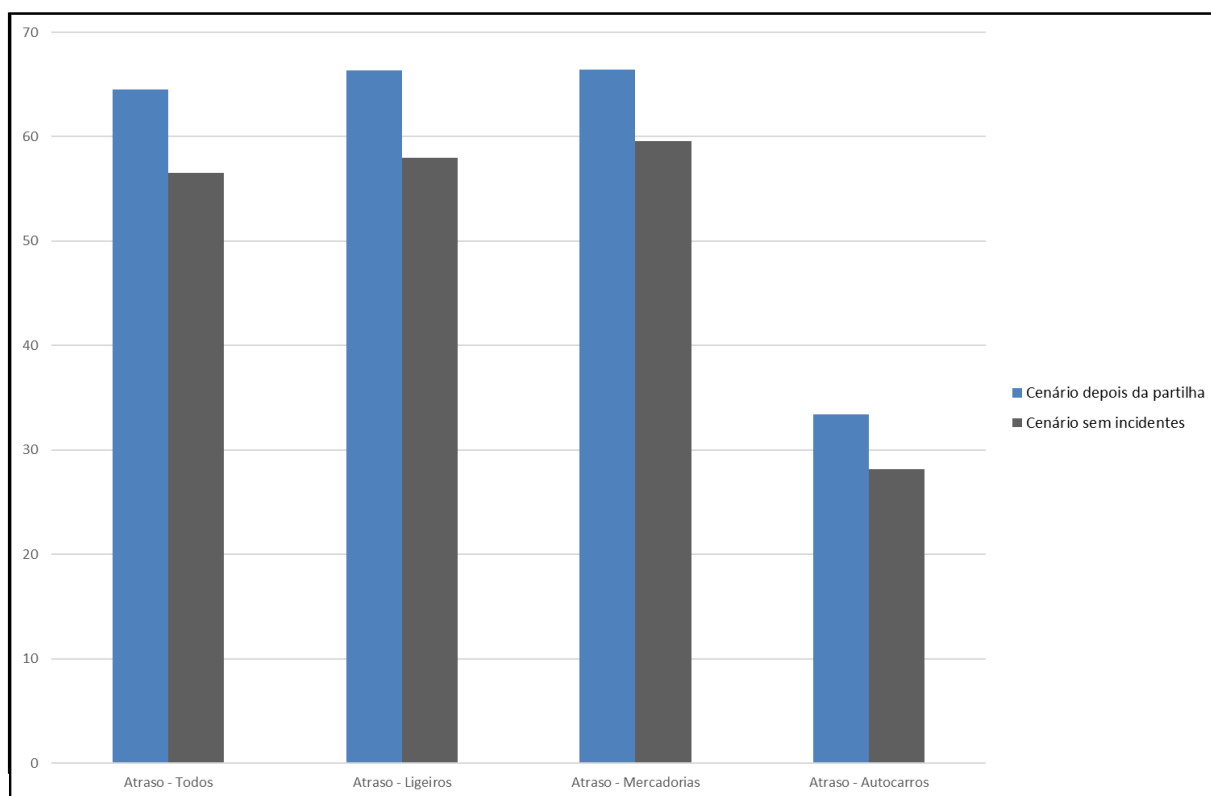
Quando se compara a situação da partilha dos lugares destinados às cargas e descargas com a situação ideal, constata-se que existiria um ganho, no entanto esse ganho é inferior ao ganho que se obteve na comparação anterior, uma vez que a percentagem de ganhos tem um máximo de apenas 15%. Os valores desta comparação estão indicados no quadro 9, e posteriormente são representados em gráficos nas figuras 53, 54, 55 e 56.

Esses 15% correspondem ao atraso dos autocarros, reduzindo-se 5 s/km, já na a média do atraso de todos os veículos tem-se um ganho de 12%, traduzindo-se em 8 s/km.

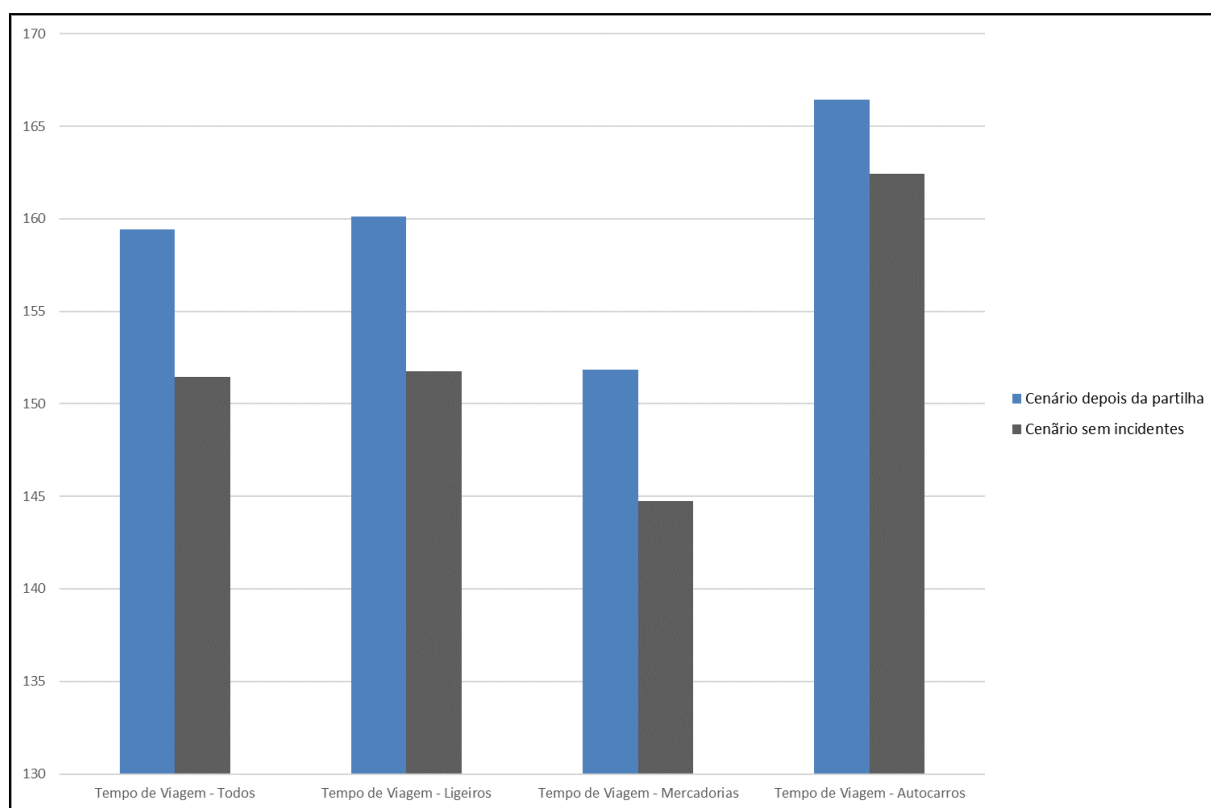
O tempo de viagem de todos os veículos reduz-se 7 s/km, representando 4% de benefício. Onde existe o menor ganho em todos os veículos é na velocidade, correspondendo a um proveito de 3%, indicando um aumento de 1 km/h da velocidade. No entanto, existe um pequeno ganho na densidade, correspondendo a 1 veíc/km, contudo, como a densidade é reduzida, este 1 veíc/km representa uma percentagem de 10%. O proveito no tempo de viagem dos autocarros corresponde a uma redução de aproximadamente 4 s/km.

**Quadro 9 - Comparação entre a situação de partilha dos lugares destinados às cargas e descargas e a situação sem incidentes (cenário ideal)**

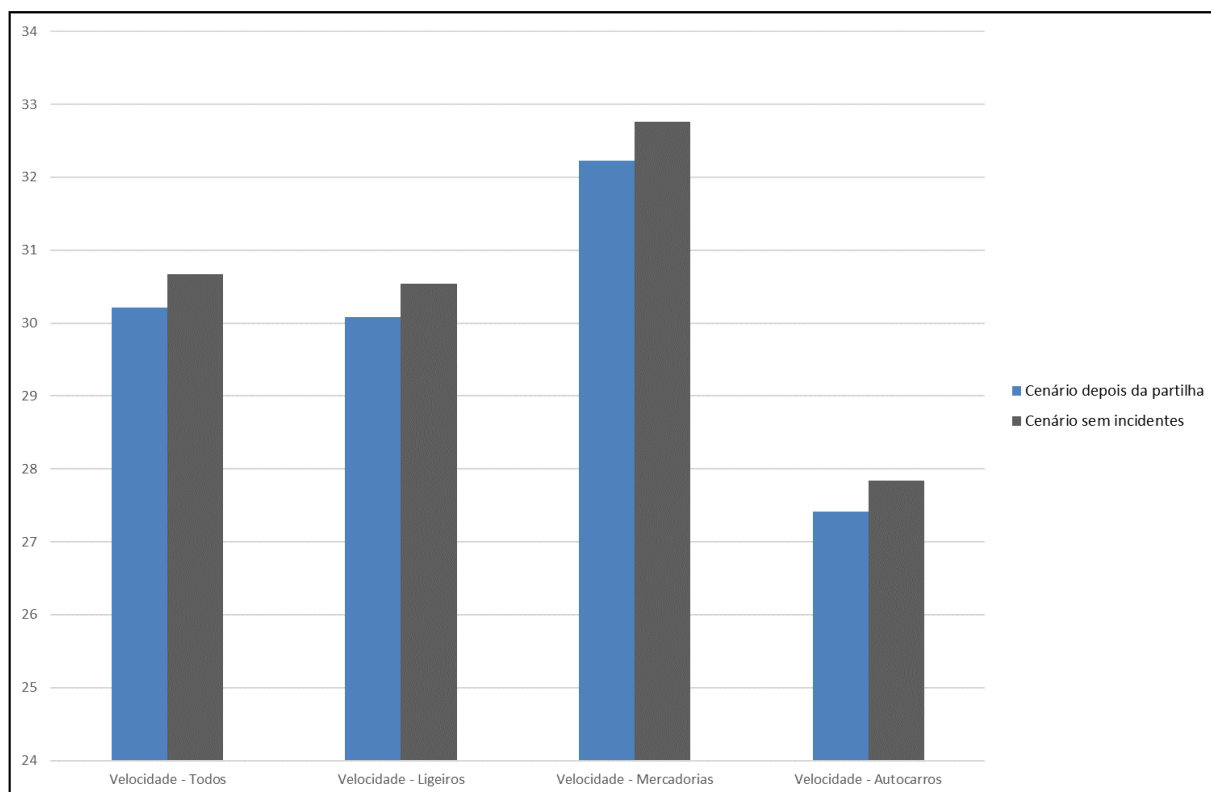
Séries Temporais	Valores do cenário dos lugares partilhados	Valores do cenário ideal	Variação (Uni.)	Ganho (%)	Unidades
Densidade - Todos	10	9	1	10%	veíc/km
Densidade - Ligeiros	8	7	1	13%	veíc/km
Densidade - Mercadorias	1	1	0	0%	veíc/km
Densidade - Autocarros	1	1	0	0%	veíc/km
Atraso - Todos	65	57	8	12%	s/km
Atraso - Ligeiros	66	58	8	12%	s/km
Atraso - Mercadorias	66	60	6	9%	s/km
Atraso - Autocarros	33	28	5	15%	s/km
Tempo de Viagem - Todos	159	152	7	4%	s/km
Tempo de Viagem - Ligeiros	160	152	8	5%	s/km
Tempo de Viagem - Mercadorias	152	145	7	5%	s/km
Tempo de Viagem - Autocarros	166	162	4	2%	s/km
Velocidade - Todos	30	31	-1	3%	km/h
Velocidade - Ligeiros	30	31	-1	3%	km/h
Velocidade - Mercadorias	32	33	-1	3%	km/h
Velocidade - Autocarros	27	28	-1	4%	km/h



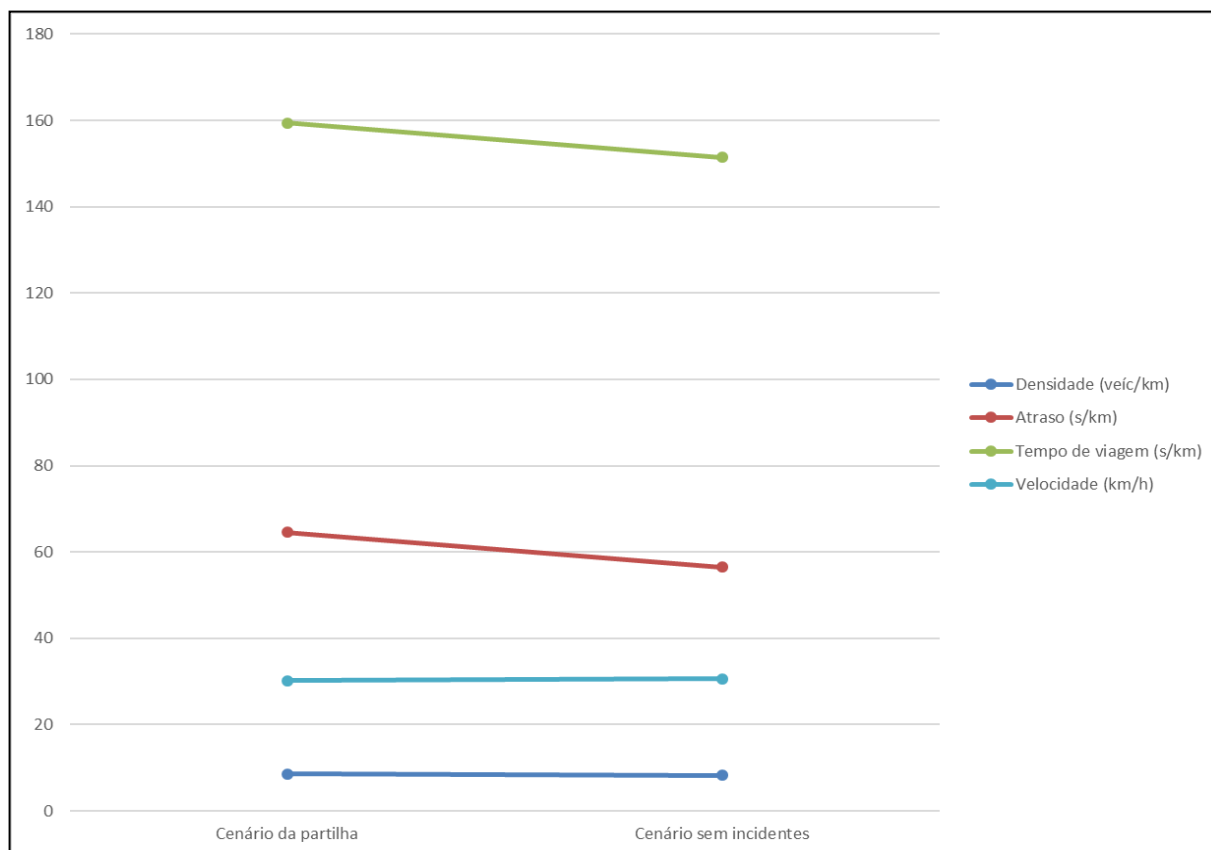
**Figura 53 - Comparação dos valores do atraso depois da partilha e numa situação ideal**



**Figura 54 - Comparação dos valores do tempo de viagem depois da partilha e numa situação ideal**



**Figura 55 - Comparação dos valores da velocidade depois da partilha e numa situação ideal**



**Figura 56 - Gráfico com a comparação entre o cenário de partilha e o cenário ideal (valores apenas de todos os veículos em cada série temporal)**

### 5.3. Implementação da partilha dos lugares destinados às cargas e descargas

Como se verifica através dos dados apresentados anteriormente, esta solução, é uma solução que beneficia todos os intervenientes da rede viária.

A solução adotada passa então por assegurar a possibilidade de os encarregados de educação utilizarem os lugares destinados às operações cargas e descargas, de modo a reduzir o estacionamento em segunda fila e ainda aumentar a segurança dos educandos nos períodos de ponta matinal do tráfego de ligeiros. E para que esta solução tenha efeito é necessário efetuar duas medidas, a primeira é adicionar uma placa informativa debaixo do sinal de paragem e estacionamento proibido, que indique que esta proibição não abrange os encarregados de educação entre o período das 7:30h e as 9:30h e entre as 17h e as 19h, uma vez que é o período mais crítico do local, pois corresponde aos períodos em que os encarregados de educação vão levar e buscar, respetivamente, os seus educandos aos espaços escolares (figuras 57 e 58), e a segunda medida é a necessidade da CMP estabelecer o número de lugares a serem partilhados, uma vez que este valor depende da procura da zona.

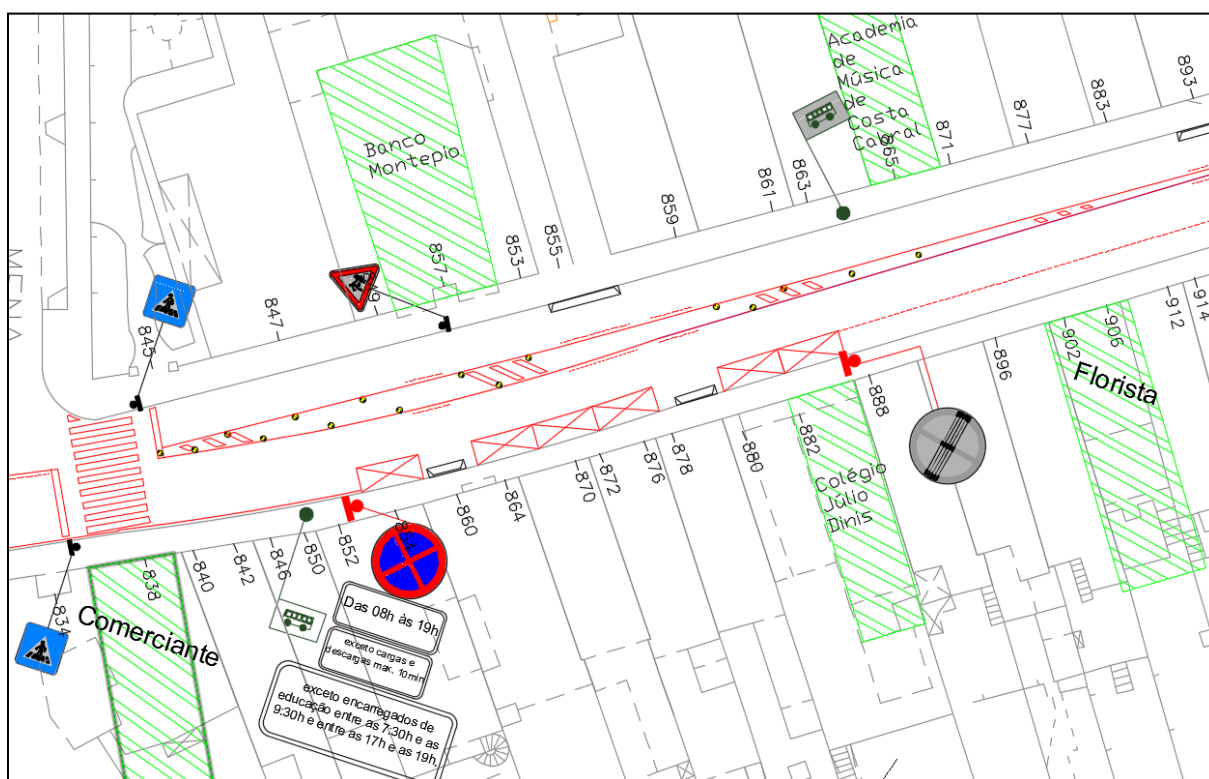


Figura 57 - Cenário Final junto ao Colégio Júlio Dinis e à AMCC

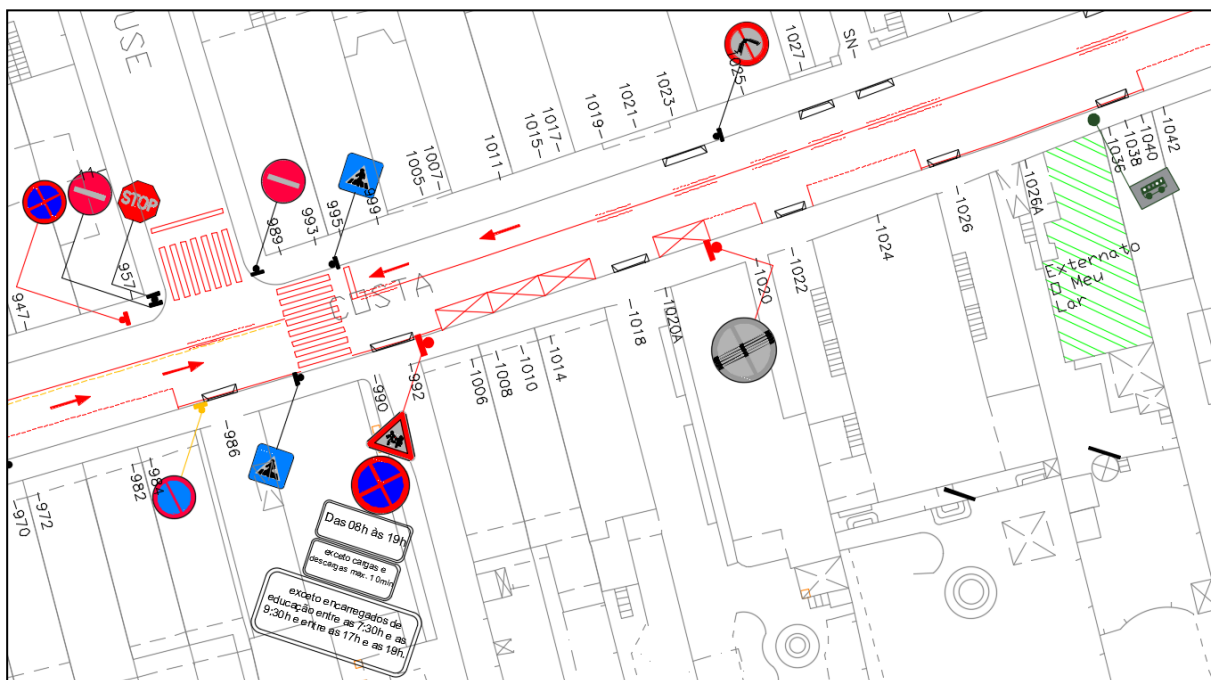


Figura 58 - Cenário Final junto ao Externato O Meu Lar



## 6. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

### 6.1. Conclusões

O estacionamento ilegal é uma das causas de congestionamento, no entanto existem várias medidas para o combater. Os locais destinados às cargas e descargas são muito propensos ao uso indevido, isto porque durante muito tempo do dia não estão a ser utilizados pelos veículos de transporte de mercadorias.

No caso estudado nesta dissertação, avaliou-se a partilha de 6 lugares destinados às cargas e descargas com os encarregados de educação que pretendem embarcar ou desembarcar os seus educandos. No entanto, esta partilha é possível pois os períodos do dia em que os intervenientes estão a fazer uso do lugar são distintos, uma vez que os encarregados de educação utilizariam os lugares até sensivelmente às 9:30h, enquanto os veículos de mercadorias, com o objetivo de proceder às cargas e descargas, apenas utilizam esses lugares, normalmente, partir das 10h da manhã. No período da tarde acontece normalmente o mesmo, pois os encarregados de educação vão buscar os seus educandos a partir das 17h, e a essa hora já não há, ou existem muitos poucos veículos a executar operações de cargas e descargas de mercadorias.

De acordo com os valores a que se chega através do programa AIMSUN, o tempo de atraso diminuiu significativamente, uma vez que passou de 123 s/km, valor que o programa calculou com a situação atual da via, para 65 s/km, ou seja, o tempo de atraso por quilómetro reduz-se em 47% com a partilha dos lugares destinados às cargas e descargas. Quanto ao tempo de viagem também diminuiu, uma vez que o tempo de atraso se reduziu, passando de 218 s/km para 159 s/km, ou seja, uma redução de quase 1 minuto por quilómetro. As velocidades de circulação aumentaram, passando de 27 km/h para 30 km/h. De acordo com estes valores, a circulação seria mais fluída, uma vez que a densidade de veículos era reduzida, passando de 12 veíc/km para 9 veíc/km, e mais segura, uma vez que se reduz os incidentes de tráfego.

A segurança para as crianças iria aumentar, pois deixariam de entrar e sair do veículo na estrada, passando a entrar e a sair diretamente para o passeio.

Porém, esta partilha necessita de uma fiscalização permanente, pois se a utilização for efetuada pelo ao público em geral, os encarregados de educação voltam a ser “obrigados” a estacionar ilegalmente em segunda fila. Portanto é necessário mostrar aos utilizadores que a

partilha dos locais destinados a certos veículos pode ser benéfica se for utilizada em caso de necessidade e de melhoria do ambiente rodoviário.

No que respeita às implicações desta solução para os veículos de mercadorias, elas não existem, uma vez que o período em que os lugares destinados às cargas e descargas são procurados, quer pelos encarregados de educação, quer pelos veículos de mercadorias são díspares.

De referir que esta medida iria de encontro às tendências atuais, devido à propensão que existe atualmente para se reduzir o congestionamento, melhorando a fluidez do tráfego e ainda melhorando e otimizando os lugares de estacionamento existentes.

Assim sendo, conclui-se que a partilha dos lugares destinados às cargas e descargas é uma medida que promove a fluidez do tráfego, reduzindo o número de estacionamentos ilegais, diminuindo a densidade de veículos e diminuindo desta forma a probabilidade de ocorrer congestionamentos.

## **6.2. Perspetivas futuras**

Seria também importante perceber se esta partilha de lugares destinados às cargas e descargas pode ser efetuado com outro tipo de utilizadores da via, além dos encarregados de educação e se esta medida é também replicável para outro tipo de lugares de estacionamento atualmente com exclusividade de utilização.

Paralelamente, é fundamental desenvolver uma métrica de definição do número de lugares de estacionamento a partilhar, que será dependente, entre outros fatores, da procura registada na área e dos padrões de uso da envolvente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A. (2004). *Análise de Condições de Aplicabilidade de Medidas de Acalmia de Tráfego*. Porto.
- Alves, M. (2009). *Industria e Ambiente 55 – Mobilidade e acessibilidade: conceitos e novas práticas*. Portugal
- Antunes, A., Costa, A., Seco, A. e Silva, A. (2008). *Manual de planeamento das acessibilidades e da gestão viária - Princípios básicos de organização de redes viárias*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte.
- Araldi, E., Denardi, A., Peruchi, D., Petzhold, G. (2011). *Desenvolvimento dos Sistemas de Mobilidade Urbana em Grandes Centros Populacionais*. Porto Alegre.
- Barceló, J., Grzybowska, H., Pardo, S. (2005). *Combining vehicle routing models and microscopic traffic simulation to model and evaluating city logistics applications*. In: The Proceedings of the 16th Mini-EURO Conference and 10th Meeting of EWGT, Italy.
- Bastos Silva, A., Santos, S. (2011). *Controlo da velocidade em eixos rodoviários – Definição de soluções combinadas de acalmia de tráfego*. Coimbra.
- Caltrans, (2002). *Guidelines for Applying Traffic Micro Simulation Modeling Software*. California.
- Charles, P. *Effective implementation of regional transport strategy: Traffic incident management case study*. **WIT Transactions on the Built Environment**. ISSN 1743-3509. Vol.77, (2005).
- Coelho, J. (2012). *Segurança e sinalização na vizinhança de áreas escolares – Estudo de casos em Santarém*. ISEL.
- Comissão das Comunidades Europeias. (2004). *Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões- Para uma Estratégia Temática sobre Ambiente Urbano*. Bruxelas.

- Costa, A., Gonçalves, J. e Seco, A. (2008). *Manual do planeamento de acessibilidades e transportes – Estacionamento*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte.
- Costa, J. (2008). *O Planeamento das Redes Viárias Municipais – Uma Abordagem Metodológica*. Vila Real.
- Departamento Nacional de Trânsito. (2001). *Manual de procedimentos para o tratamento de pólos geradores de tráfego*. Brasília.
- Depuy, G. *From the ‘magic circle’ to ‘automobile dependence’: measurements and political implications*. **Transport Policy**. ISSN 0967-070X. Vol. 6, (1999) p.1-17.
- Ewing, R. (1999). *Traffic Calming State-of-the-Practice – Federal Highway Administration and Institute of Transportation Engineers*. EUA.
- Gonçalves, L., Silva, J. (2004). *Hierarquização da Rede Viária do conselho de Leiria e sua Inserção num Sistema de Informação Geográfica*. Leiria.
- Hosoya, R., Sano, K., Kato, H., Ieda, H., Fukuda, A. *Evaluation of logistics policies in the Tokyo metropolitan area using a microsimulation model for urban goods movement*. **Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**. ISSN 1881-1124 Vol. 5, (2003) p.3097-3110.
- IMTT, GPIA. (2011). *Colecção de brochuras técnicas/temáticas – Acalmia de tráfego*. Portugal.
- InIR. (2011). *Medidas de Acalmia de Tráfego Volume 1 – Medidas Individuais Aplicadas em Atravessamentos de Localidades*. Lisboa.
- Institute for Transportation & Development Policy. (2014). *Shared Parking*. New York.
- ITDP, Kodransky, M., Hermann, G. (2011). *Europe’s Parking U-Turn: From Accommodation to Regulation*. New York.
- Macedo, J., Benta, A., Picado-Santos, L. (2013). *Utilização da microssimulação no desenvolvimento de uma metodologia de avaliação dos níveis de serviço em autoestradas*. Portugal.
- Marques. J., Marques. P., Seco, A., Silva. A. (2004). *Potencialidades das Técnicas de Acalmia de Tráfego na Regulação do Atravessamento de Localidades*. Coimbra.
- Melo, S., Baptista, P., Costa, A. *The Cost and Effectiveness of Sustainable City Logistics*

- Policies Using Small Electric Vehicles*, **Book Series: Transport and Sustainability**. Emerald Group Publishing Limited, 2014. ISBN 978-1-78441-062-9. Vol. 6, p. 295-314.
- Ministério da Administração Interna. (2002). *Código da Estrada*. Portugal.
- PennDOT. (2001). *Pennsylvania's Traffic Calming Handbook – Pennsylvania Department of Transportation*. Bureau of Highway Safety and Traffic Engineering, Publication N°383. USA.
- Pereira, P. - Zonas 30 - Devolver as Cidades às Pessoas. **Transportes em Revista**. TR 132 – fevereiro/março. [Consult. 23 Nov. 2016]. Disponível em WWW:<URL: <http://transportesemrevista.com/Default.aspx?tabid=210&language=pt-PT&id=40088>>
- Plano Diretor Municipal, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria. (2004) *Revisão do Plano Diretor Municipal de Leiria – Organização da Rede Viária do conselho de Leiria*. Leiria.
- Ribeiro, A., Seco, A. Macedo, J., e Silva, A. (2008). *Manual do planeamento de acessibilidades e transportes – Acalmia de tráfego*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte.
- Salomon, I., Mokhtarian, P.. - *Coping with Congestion: Understanding the Gap between Policy Assumptions and Behavior*. **Transportation Research Part D**, ISSN 1361-9209 2:2 (1997) 107-123.
- Silva, C. (2014). *Acalmia de tráfego – caso de estudo na cidade do Porto*. FEUP.
- Smith, J. - Smart Card News. **Parcoville - A Smart Card Automatic Parking**. ISSN 0967-196X. 1:3 (1992) 50-52
- UK Highways Agency. (2002). *Incident management study*. UK Highways Agency.
- Vickrey, William - *Congestion theory and transport investment*. **The American Economic Review**. ISSN 0002-8282 59:2 (1969) 251-260.
- Victoria Transport Policy Institute, Litman, T. (2016). *Smart Congestion Relief*. Canadá.

